

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
DE CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES E
IMPACTO AMBIENTAL**

Modalidad A

Trámite: SEMARNAT-03-066



Casa Alvira

VERSIÓN DE CONSULTA PÚBLICA

Capítulo I

Datos generales del proyecto,
del promovente y del responsable de la elaboración del
Documento Técnico Unificado para el CUSTF

Contenido

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO..... 1

1.1 Nombre del proyecto 1

1.2 Ubicación del proyecto y documentación legal..... 1

1.3 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal..... 1

1.4 Duración del proyecto 2

1.5 Datos generales del promovente 2

1.6 Dirección para oír y recibir notificaciones y personas facultadas conforme al artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo..... 2

1.7 Responsables de la elaboración del Documento Técnico Unificado. 2

1.8 Fecha de elaboración del presente instrumento 3

CASA ALVIRA

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

1.1 Nombre del proyecto

Casa Alvira

1.2 Ubicación del proyecto y documentación legal

El Proyecto "Casa Alvira" pretende realizarse en la Fracción 5 resultante de la subdivisión de la Parcela 1317 Z-8 P1/1 en la localidad de Sayulita, Municipio de Bahía de Banderas, Estado de Nayarit con domicilio en calle sin nombre, Sayulita, Bahía de Banderas, Nayarit, en la coordenadas de referencia Q13 X=452,122m E; 2,305,664m N (Datum WGS 84), patrimonio del fideicomiso constituido entre Banco del Bajío, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, como fiduciario, y la señora como la fideicomisaria, siendo esta última la persona designada como poseedora y depositaria del inmueble y quien en dicho carácter promueve el presente Documento Técnico Unificado.

Documentación legal que acredita la propiedad o posesión del inmueble:

Contrato de Constitución de Fideicomiso Irrevocable TraslATIVO de Dominio. Instrumento público Número 29,189, Tomo Centésimo Segundo, Libro Octavo, de fecha 13 de mayo de 2020, pasado ante la fe del licenciado, notario público titular de la Notaría Pública Número 12, de la primera demarcación notarial en el estado de Nayarit. Documento que se adjunta a la presente en copia certificada.

1.3 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal

Se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en dos polígonos que suman una superficie total de 00-22-60 ha ubicados dentro de un predio de 01-03-96.08 ha conocido como Fracción resultante de la subdivisión de la Parcela 1317 Z-8 P1/1 ubicado en la localidad de Sayulita, municipio de Bahía de Banderas, estado de Nayarit.

Tabla I-1. Superficie y características del área solicitada para cambio de uso de suelo

Predio	Propietario	Superficie total de la propiedad (ha)	Superficie sujeta a CUSTF (ha)	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Municipio	Tipo de vegetación	Afectación temporal o permanente/ con o sin sellamiento de suelo
Fracción 5 resultante de la Parcela 1317 Z-8 P1/1	Banco del Bajío, S.A., Institución de Banca Múltiple, como institución fiduciaria y Sarah Joyce Franklin como Fideicomisaria, y poseedora y depositaria del inmueble	01-03-96.08	00-22-60	Propiedad particular	Instrumento público número 29,189 de fecha 13 de mayo de 2020	Bahía de Banderas, Nayarit	Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa)	Superficie de intervención permanente: 00-13-14.10 ha
								Superficie de intervención temporal: 00-09-45.90 ha

CASA ALVIRA

1.4 Duración del proyecto

Se prevé un plazo de 10 diez años para la ejecución de las actividades del proyecto "Casa Alvira" que son objeto de la presente solicitud. Por lo tanto, se solicita la autorización por un periodo igual, es decir, se solicita una autorización con vigencia de 10 años.

1.5 Datos generales del promovente

Esta información debe manejarse con las medidas de seguridad que garanticen su protección en apego a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Promoventes:

Registro Federal de Contribuyentes: XAXX010101000

Acreditación de la personalidad: Se anexa copia certificada del pasaporte

1.6 Dirección para oír y recibir notificaciones y personas facultadas conforme al artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo**Personas autorizadas:**

Se autoriza en los términos más amplios del artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo a los **CC.** , indistintamente, para oír y recibir notificaciones, realizar trámites, gestiones y comparecencias dentro del presente expediente, así como para recibir cualquier resolutive que recaiga a la presente.

1.7 Responsables de la elaboración del Documento Técnico Unificado.

Esta información debe manejarse con las medidas de seguridad que garanticen su protección en apego a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Nombre:

Domicilio:

CASA ALVIRA**Responsables técnicos:**

El presente Documento Técnico Unificado se realizó con la colaboración de los siguientes especialistas:

Tabla I-2. Colaboradores en la realización del presente documento

Responsable técnico	Colaboración
Cédula profesional Maestro en ciencias biológicas UNAM	Diseño y elaboración del estudio de biodiversidad de flora en predio y cuenca.
Cédula profesional Licenciatura en biología Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas	Diseño y elaboración del estudio de biodiversidad de fauna en predio y cuenca.
Cédula profesional Licenciatura en Ingeniería Ambiental Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas	Asistente en la elaboración del estudio de biodiversidad de flora en predio y cuenta.
Cédula profesional Licenciatura en biología Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas	Apoyo técnico en el estudio de biodiversidad de fauna en predio y cuenca.

1.8 Fecha de elaboración del presente instrumento

Diciembre, 2021

Capítulo II

Descripción del o los usos que se pretende dar al terreno

Contenido

CAPITULO II.	USO QUE SE PRETENDE DAR AL TERRENO	4
2.1	Objetivo del proyecto.....	4
2.2	Naturaleza del proyecto	4
2.3	Descripción del nuevo uso.....	4
2.4	Justificación técnica del nuevo uso	5
2.5	Programa general de trabajo.....	7

CASA ALVIRA

CAPITULO II. USO QUE SE PRETENDE DAR AL TERRENO

2.1 Objetivo del proyecto

El proyecto denominado "*Casa Alvira*" consiste en la construcción de una casa habitación y su infraestructura complementaria, para lo cual se requiere ejecutar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 2,260.00 m² para destinarla a fines habitacionales, actividad objeto del presente estudio.

2.2 Naturaleza del proyecto

El proyecto, por tratarse de la construcción y operación de una vivienda unifamiliar en un predio de 10,398.08 m² cuya ejecución implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 2,260 m² requiere de la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tanto en materia de impacto ambiental en los términos de los artículos 5 fracción X y 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y 5 inciso O fracción I de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y de la autorización de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales en los términos del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento.

2.3 Descripción del nuevo uso

La superficie sujeta al cambio de uso de suelo (2,260 m²) de la presente solicitud será destinada para la construcción y operación de una vivienda unifamiliar denominada Casa Alvira atendiendo al uso previsto en el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Bahía de Banderas: Desarrollo turístico densidad bruta de 2 cuartos hoteleros por hectárea (T-2) cuyo uso general es habitacional turístico con servicios turísticos básicos. De la superficie total solicitada (Figura II-1 y Tabla II-1) sólo 1,314.10 m² (58%) serán ocupados por obras permanentes (también llamada *superficie de afectación permanente*). La superficie restante (945.90 m²) denominada *superficie de afectación temporal* puede o no ser desmontada en su totalidad, y funcionará como una zona de amortiguamiento alrededor de los elementos arquitectónicos; ésta incluye la superficie que será afectada por movimiento de tierras (cortes y terraplenes) y aquella necesaria para llevar a cabo las maniobras de trabajadores y maquinaria. Las áreas de *afectación temporal* que sí sean intervenidas serán sujetas a actividades de restauración y repoblación.

La ubicación del área sujeta a cambio de uso de suelo aprovecha las vistas panorámicas desde laderas del predio, cuidando la continuidad de la vegetación y de los procesos naturales y se sirve de las obras que ya existen en el predio para minimizar el área por afectar.

Cabe mencionar que parte del predio (1,450.00 m²) se encuentra ya impactado por un camino interno y sus obras complementarias (Figura II-1) actuados por la PROFEPA mediante Resolución Administrativa No. PFFA/24.5/2C.27.5/0042/21/0250 de fecha 27 de octubre de 2021, documento anexo.

La superficie restante del predio se mantendrá como *zona de reserva*, para promover la conservación y protección del hábitat existente, de las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, de la integralidad funcional y de la interdependencia de recursos.

CASA ALVIRA

Tabla II-1. Superficies que integran el Proyecto Casa Alvira y su nuevo uso

Área de estudio Propiedad privada (Figura II-1)	Tipo de intervención	Nuevo uso	
Predio Casa Alvira: <i>Fracción 5 resultante de la subdivisión de la Parcela 1317 Z-8 P1/1</i> 01-03-96.08 ha	Superficie sujeta a cambio de uso de suelo: 00-22-60.00 ha De selva mediana subcaducifolia*	<i>Superficie de intervención permanente:</i> 00-13-14.10 ha	Salvo por algunas áreas de jardines y senderos cuya habilitación no requiere la eliminación de la vegetación forestal, esta superficie corresponde a la huella de construcción del proyecto, por lo tanto, en su mayoría las superficies serán impermeables. Está constituida por dos polígonos: 1) casa-habitación más pasillos y amenidades y 2) corrección de trazo de una sección de camino de ingreso.
		<i>Superficie de intervención temporal:</i> 00-09-45.90 ha	Es la superficie máxima que podría ser afectada temporalmente por las maniobras de la maquinaria y “pateo” en áreas con movimiento de tierras. Corresponde a áreas de intervención potencial que son reversibles mediante actividades de repoblación. Se componen de superficies que podrían ser desmontadas para llevar a cabo la ejecución del proyecto, pero que no serán impermeabilizadas, de tal modo que mediante actividades de repoblación (e incluso restauración forestal) pueden ser llevadas a su condición original, por lo que su destino final será el de áreas ajardinadas o de reserva forestal.
	NO será intervenida en términos forestales: 00-66-86.08 ha	<i>Superficie de reserva</i>	Son las áreas que quedan fuera de la superficie solicitada para el CUSTF, es decir, no estarán sujetas a proceso de cambio de uso de suelo alguno, pero sí podrán ser sometidas a actividades de manejo forestal bajo algún un esquema previsto en la Ley de Vida Silvestre con la finalidad de mejorar sus estructura forestal, su calidad paisajística y provisión de servicios ambientales.
	Obras existentes 00-14-50.00	<i>Superficie intervenida</i>	Camino interno y obras complementarias actuadas por la PROFEPA mediante Resolución Administrativa No. PFPA/24.5/2C.27.5/0042/21/0250 de fecha 27 de octubre de 2021

2.4 Justificación técnica del nuevo uso

No existen alternativas en cuanto a la ubicación general del proyecto en virtud de que el predio en el que se pretende realizar es propiedad privada en posesión de la promovente y que el uso que se le dará (habitacional) está previsto en el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Bahía de Banderas: Desarrollo turístico densidad bruta de 2 cuartos hoteleros por hectárea (T-2) cuyo uso general es habitacional turístico con servicios turísticos básicos y se beneficiará de las obras existentes (camino interno y obras complementarias), dándoles sentido.

Sin embargo, durante el diseño del proyecto “Casa Alvira” se evaluaron meticulosamente las alternativas de la configuración y distribución de sus elementos dentro del predio con relación a las obras existentes, así como de los sistemas constructivos a utilizar, seleccionando aquellos que mejor se integran al entorno y con las cuales se logra una interacción sinérgica entre el aprovechamiento y uso del territorio con fines habitacionales previstos en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal y la conservación y fortalecimiento de los servicios ambientales que éste provee.

CASA ALVIRA



Fuente: World Imagery Basemap (ESRI).

Figura II-1. Zonificación del proyecto “Casa Alvira”

CASA ALVIRA

2.5 Programa general de trabajo

El cambio de uso de suelo solicitado se ejecutará en dos fases. Se estima que cada fase se ejecutará en un periodo de 12 meses, no obstante, la segunda fase se podrá ejecutar hasta ocho años después de la conclusión de la primera fase. Por lo tanto, se prevé un **plazo de 10 años** para la completa ejecución de las actividades del proyecto "*Casa Alvira*" que son objeto de la presente solicitud.

En la primera fase se ejecutará el cambio de uso de suelo en el polígono sur (casa-habitación), que representa el 86.3% de la superficie total. En la segunda fase se ejecutará el cambio de uso de suelo en el polígono norte (corrección del trazo de una sección del camino de ingreso), que representa el 13.7% restante.

El cumplimiento de los términos y condiciones y medidas de mitigación propuestas se llevará a cabo durante los primeros años, para el cual se contempla un periodo de tres años (36 meses), tal como se señala en la Tabla II-2. Y una vez ejecutadas las dos fases del proyecto se procederá a dar Aviso de término de actividades de ejecución de CUSTF y a presentar el Informe de Finiquito.

En congruencia a lo anterior, **la autorización para el cambio de uso de suelo se solicita para una vigencia de 10 años (120 meses).**

Tabla II-2. Diagrama de Gantt. Programa de trabajo.

ETAPA	MESES									
	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO										
Aviso de inicio de actividades de ejecución de CUSTF										
Implementación de Programas de rescate y reubicación de flora y fauna										
Desmonte										
Trazo y delimitación del área de afectación										
Desbroce, marcaje, derribo y dimensionado										
Retiro de los productos del desmonte										
Despalme										
Aviso de termino de actividades de ejecución de CUSTF										
CUMPLIMIENTO DE TÉRMINOS Y CONDICIONES Y FINIQUITO										
Aplicación de obras de mitigación (suelo y agua)										
Reforestación (época de lluvias)										
Finiquito										

Capítulo III

Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM

Contenido

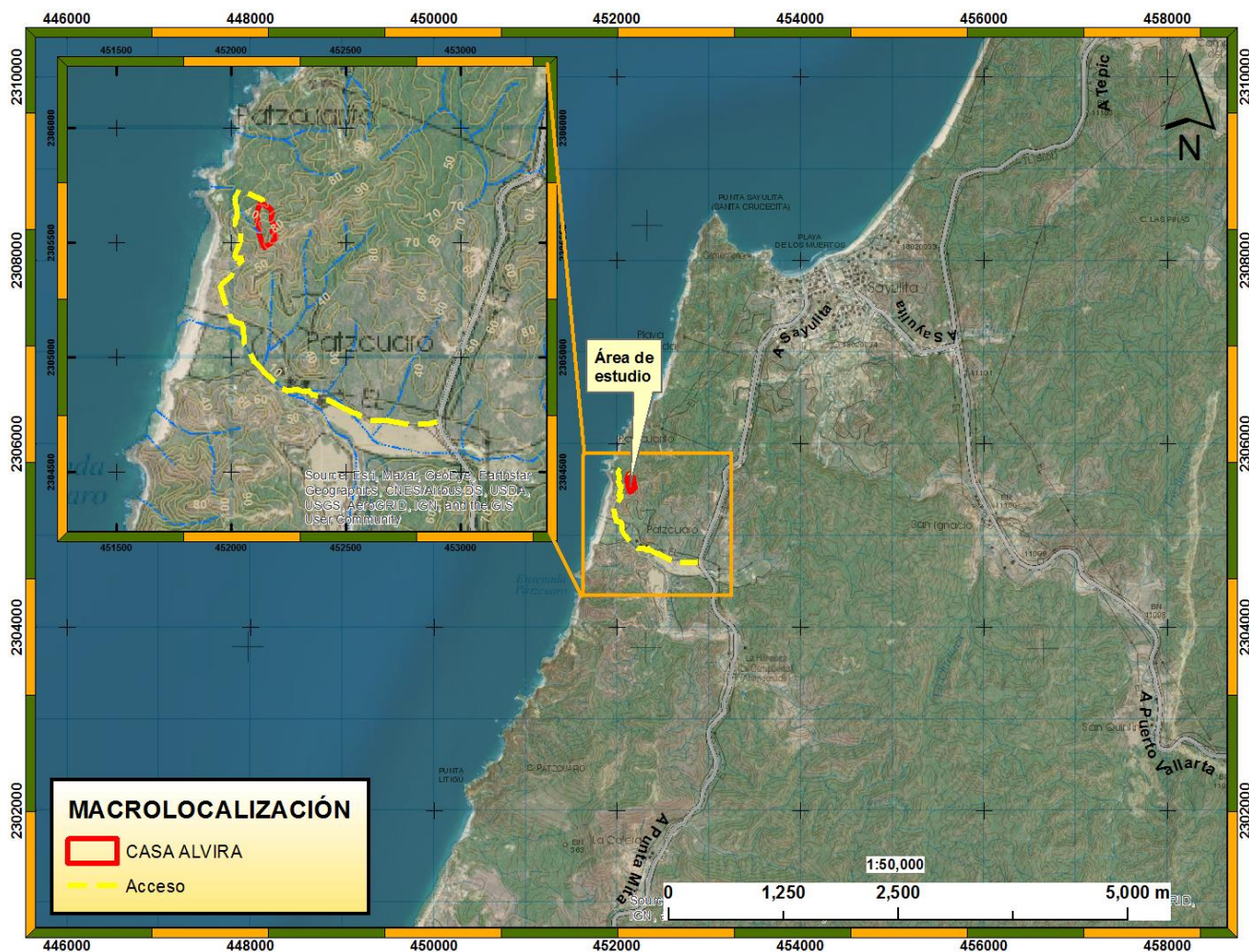
CAPITULO III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDE REALIZAR EL CUSTF	8
3.1 Ubicación geopolítica y geográfica del predio	8
3.2 Delimitación de la unidad de análisis o sistema ambiental, área de influencia y área de proyecto	12
3.2.1 Delimitación del Sistema Ambiental.....	12
3.2.2 Delimitación del Área de Influencia	13
3.2.3 Delimitación del Área de proyecto	15
3.3 Zonificación forestal del predio.....	15
3.4 Ubicación geográfica de la superficie donde se pretende realizar el CUSTF (zona de aprovechamiento forestal).....	19
3.5 Ubicación geográfica del predio con relación a áreas de importancia ecológica.....	22

CASA ALVIRA

CAPITULO III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDE REALIZAR EL CUSTF

3.1 Ubicación geopolítica y geográfica del predio

El proyecto “Casa Alvira” se pretende desarrollar en la parte sur del estado de Nayarit, en el municipio de Bahía de Banderas; entre las localidades de Sayulita (al norte) e Higuera Blanca (al sur) (Figura III-1), en un predio de 10,398.08 m² conocido como Fracción 5 resultante de la Parcela 1317 Z-8 P1/1.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI.

Figura III-1. Localización del proyecto

La ruta recomendada para llegar al predio del proyecto “Casa Alvira”, partiendo de la Carretera Federal 200, Tepic-Puerto Vallarta, es tomar el entronque hacia la localidad Sayulita y posteriormente el libramiento y luego la carretera que va de Sayulita a Punta Mita. Una vez que se cruza la localidad Sayulita, se conduce de Norte a Sur por espacio de 2.8 km y se gira a la derecha en el paraje que conduce al arroyo Carricitos. A partir de que se abandona la carretera pavimentada se debe continuar,

CASA ALVIRA

inicialmente, por un camino de terracería, después a lo largo de un escurrimiento que desemboca en la playa de Pátzcuaro, y posteriormente por un camino de concreto con piedra ahogada; después de 1800 m se localiza un portón en el lado derecho del camino, que corresponde al acceso principal a las fracciones de la parcela 1317 (Figura III-1).

Predio "Fracción 5 resultante de la subdivisión de la parcela 1317 Z-8P1/1"

El documento que acredita la legal propiedad es el **Contrato de Constitución de Fideicomiso Irrevocable Traslato de Dominio, instrumento público número 29,189**, Tomo Centésimo Segundo, Libro Octavo, de fecha 13 de mayo de 2020, pasado ante la fe del licenciado, notario público titular de la Notaría Pública Número 12, de la primera demarcación notarial en el estado de Nayarit, en el que se hace constar, entre otras cosas, la constitución del Fideicomiso Irrevocable Traslato de Dominio entre como la parte fideicomitente, como la parte fiduciaria y la señora como la parte fideicomisaria, afectando en fideicomiso al inmueble abajo citado. Además, este mismo documento, en su cláusula primera y en la sexta del segundo acto jurídico, establece que se transmite el inmueble "**ad-corpus**" y se entrega el inmueble a la "la fideicomisaria" quien asume su calidad de poseedores y depositarios del inmueble.

Inmueble: **Fracción 5 cinco, resultante de la subdivisión de la parcela 1317 Z-8P1/1** (mil trescientos diecisiete, letra "z", guión ocho, letra "pe" uno, diagonal, uno) del Ejido Sayulita, con superficie de 9,863.73 m² (nueve mil ochocientos sesenta y tres metros cuadrados y setenta y tres decímetros cuadrados), con las siguientes medidas y linderos:

- Al norte: en línea curva en 53.92 m con camino de ingreso;
- Al sur: en línea quebrada que va de oriente a poniente en 19.39 m, con parcela 727, da vuelta al suroeste en 55.50 m, con parcela 727;
- Al oriente: en línea quebrada que va de norte a sur en 21.65 m, con fracción 6, da vuelta al suroeste en 34.55 m, con fracción 6, da vuelta de sureste en 32.77 m, con fracción 6, continua al sureste en 42.04 m, con fracción 6;
- Al poniente: en línea quebrada que va de norte a sur, en 3.22 m, con camino de ingreso, continua en 39.61 m, con parcela 721, da vuelta al sureste en 51.46 m, con parcela 721, continua en 71.46 m, con parcela 722, y finaliza en 48.44 m, con parcela 725.

El referido documento se encuentra inscrito en el Registro Público de la Propiedad y el Comercio de Bucerías, Nayarit, el día 10 de junio de 2020 incorporado al libro 1511 de la sección I, serie A, bajo partida número 47.

Documento que se adjunta a la presente en copia certificada.

Así pues, aunque el predio tiene una superficie total según escrituras de **9,863.73 m²**; la **superficie de acuerdo con los límites físicos del predio** obtenidos del levantamiento topográfico realizado por el Ing. en junio de 2020 es de **10,396.08 m²** (Tabla III-1 y Figura III-2) (Véase plano Identificación de límites y superficie del predio Fracción 5 de la parcela 1317, adjunto en Anexo Documental). **Por ello, considerando que la transmisión de la propiedad se realizó "ad-corpus", el presente estudio tiene por superficie total del predio 10,396.08 m² ó 01-03-96.08 ha.**

En la Tabla III-1 y Figura III-2 se muestra el cuadro de coordenadas en Proyección UTM Zona 13 WGS 84 del polígono envolvente del predio.

CASA ALVIRA

Tabla III-1. Cuadro de coordenadas UTM del predio Fracción 5

VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
I	452,125.0481	2,305,670.8492	XXVIII	452,137.7921	2,305,493.0131
II	452,130.3122	2,305,671.6608	XXIX	452,136.6553	2,305,495.7971
III	452,133.7723	2,305,671.8207	XXX	452,136.0115	2,305,498.5419
IV	452,137.1491	2,305,671.9091	XXXI	452,135.2798	2,305,499.4984
V	452,156.1988	2,305,655.1106	XXXII	452,133.7325	2,305,503.1785
VI	452,163.6581	2,305,652.0015	XXXIII	452,131.2809	2,305,508.8610
VII	452,170.3515	2,305,643.8208	XXXIV	452,129.1494	2,305,514.3723
VIII	452,177.0763	2,305,632.5661	XXXV	452,126.2257	2,305,521.4090
IX	452,179.1756	2,305,629.4100	XXXVI	452,124.2114	2,305,526.2048
X	452,177.1608	2,305,627.4819	XXXVII	452,123.7253	2,305,534.1316
XI	452,175.8346	2,305,605.4646	XXXVIII	452,122.2271	2,305,554.1763
XII	452,175.2055	2,305,598.9146	XXXIV	452,119.8454	2,305,565.5847
XIII	452,175.1271	2,305,596.2654	XL	452,117.8729	2,305,573.8832
XIV	452,174.9367	2,305,589.8314	XLI	452,116.6352	2,305,579.6901
XV	452,190.7662	2,305,578.2519	XLII	452,114.8326	2,305,588.9360
XVI	452,182.3912	2,305,561.4365	XLIII	452,113.7385	2,305,595.7630
XVII	452,177.7065	2,305,550.8629	XLIV	452,112.7924	2,305,601.2035
XVIII	452,194.0501	2,305,524.4469	XLV	452,111.8241	2,305,607.1218
XIX	452,186.6383	2,305,512.9628	XLVI	452,111.5124	2,305,613.0047
XX	452,180.0505	2,305,505.0202	XLVII	452,111.3280	2,305,618.2578
XXI	452,171.1582	2,305,496.7254	XLVIII	452,112.3178	2,305,627.4844
XXII	452,162.7946	2,305,489.7403	XLIX	452,112.7419	2,305,630.4400
XXIII	452,158.2242	2,305,485.9064	L	452,113.8675	2,305,643.5273
XXIV	452,148.6643	2,305,478.1926	LI	452,117.2410	2,305,652.2212
XXV	452,145.3917	2,305,475.5470	LII	452,122.4475	2,305,664.3112
XXVI	452,143.0765	2,305,480.7219	I	452,125.0481	2,305,670.8492
XXVII	452,142.0922	2,305,483.3496	SUPERFICIE: 10,396.08 m²		

Fuente: Plano Identificación de límites y superficie del predio Fracción 5 de la parcela 1317 realizado por el Ing. en junio de 2020.

CASA ALVIRA



Figura III-2. Predio Fracción 5 (ilustrando obras existentes)

CASA ALVIRA

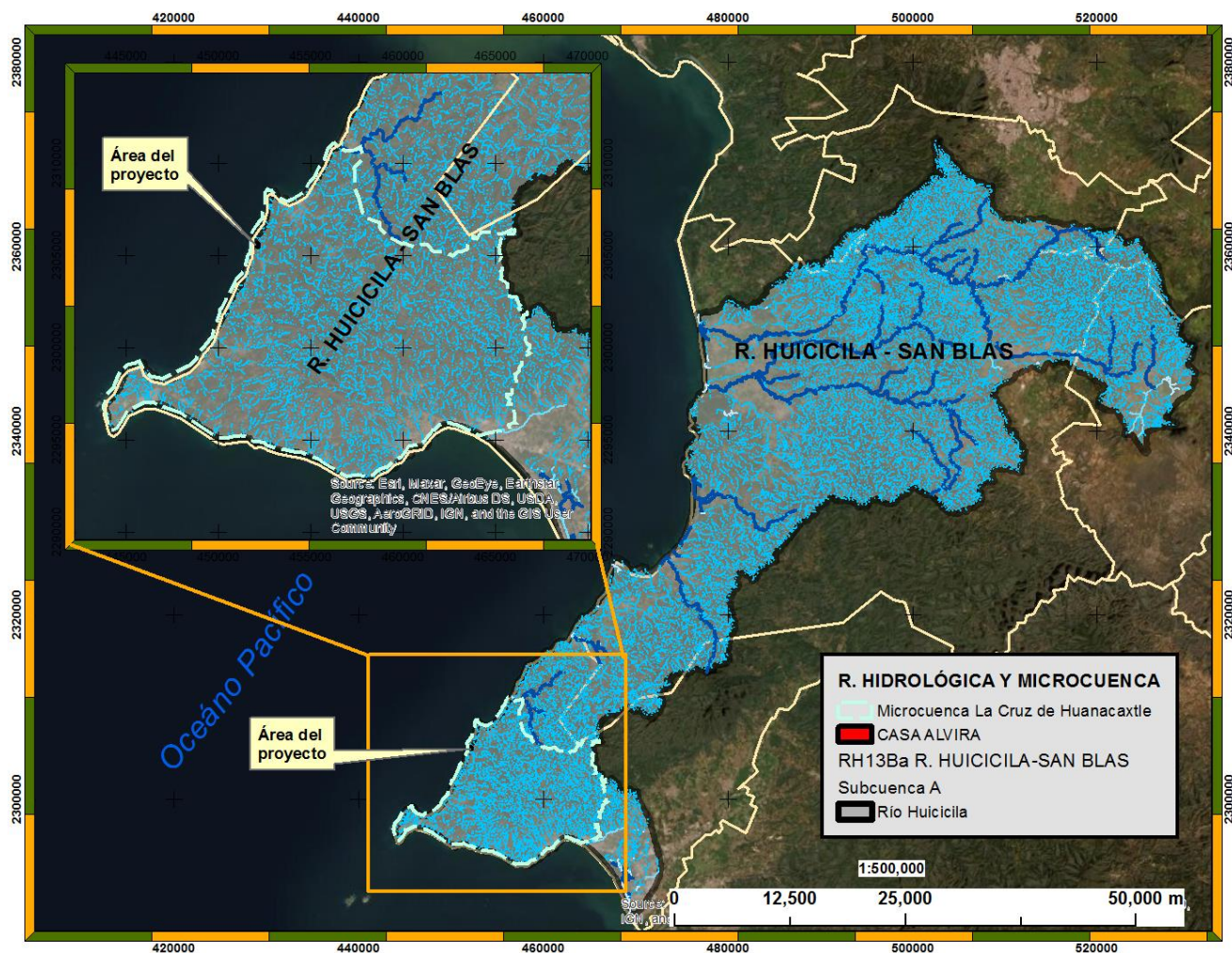
3.2 Delimitación de la unidad de análisis o sistema ambiental, área de influencia y área de proyecto

3.2.1 Delimitación del Sistema Ambiental

Para el análisis de los componentes ambientales y su eventual impacto por la ejecución del presente proyecto se utilizará la microcuenca como "unidad de análisis" o "sistema ambiental", tomando como base el archivo *shape* de microcuencas elaborado por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) (s/f) que fue descargado de la página de la Comisión Nacional Forestal, y atendiendo al concepto de "cuenca hidrológica-forestal" establecida en la Ley forestal.

Los datos de la microcuenca en cuestión son (Figura III-3):

- 1) Nombre: La Cruz de Huanacastle,
- 2) Código, 13-054-07-008,
- 3) Superficie: 21,193 ha.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Red hidrográfica, Edición 2.0, Escala 1:50000 (INEGI, 2010).

Figura III-3. Cuenca y microcuenca (unidad de análisis) en la que se inscribe en predio

CASA ALVIRA

La anterior Ley Forestal definía a la cuenca hidrológica-forestal como ***“la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuenca y microcuencas”***.

Así mismo, la Ley Forestal vigente, en su artículo 2, menciona como uno de sus objetivos *“conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir, al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales en las **cuencas hidrográficas** con un manejo ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables”*.

Así pues, al proponer a la microcuenca como primera escala y llevar en ella la evaluación de los aspectos físicos y biológicos, se atiende la definición que la considera como la unidad de espacio físico de planeación, y a la vez, se cumple uno de los objetivos del marco regulatorio de los recursos forestales, que propone el manejo integral sustentable de dichas cuencas. Además, ofrece una idea muy concreta del entorno ambiental que rodea al predio bajo estudio.

Adicionalmente, otra ventaja del análisis ambiental utilizando la escala de microcuenca, es que los fondos depositados ante el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental deben llevarse a cabo preferentemente en la cuenca hidrográfica en donde se ubiquen las autorizaciones de CUSTF (artículo 98 de la Ley Forestal); de este modo, identificar de antemano a estas regiones forestales, facilitaría en el futuro la aplicación de los recursos destinados a dicha compensación.

Así pues, el Sistema Ambiental o Unidad de Análisis se delimitó utilizando el criterio de microcuenca. Para ello se utilizó el mapa de microcuencas elaborado por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), en formato *shape*. El sistema ambiental corresponde a la microcuenca La Cruz de Huanacastle, Código 13-054-07-008, la cual cubre un área de 21,193 ha, y está rodeada por un perímetro de 78,820.671 m. Así mismo, la microcuenca fue el marco de muestreo donde se planificaron los estudios de flora y fauna, los cuales se dirigieron a la cobertura de selva media subcaducifolia dentro de ésta, por tratarse del tipo de vegetación predominante en el área del proyecto, de acuerdo a la Carta de Recursos Forestales Punta Sayulita, F13-C58, escala 1:50 000 (Conafor, 2015).

En adelante, a lo largo del documento, nos referiremos a la “microcuenca La Cruz de Huanacastle”, (LCH), “Sistema ambiental” o “Unidad de Análisis” de manera indistinta.

El Sistema Ambiental delimitado permite identificar los impactos ambientales preexistentes, el impacto ambiental potencial del proyecto, la zona de influencia directa e indirecta, las medidas de mitigación y compensación y los diversos escenarios ambientales.

3.2.2 Delimitación del Área de Influencia

Para la delimitación del área de influencia ambiental se ha considerado el peor escenario durante la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo sin la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación. La aplicación de medidas reducirá significativamente el área de influencia.

CASA ALVIRA

Entiéndase *Área de Influencia (AI)* como la superficie donde se hace evidente la incidencia de los impactos directos e indirectos de mayor intensidad que pudieran ocasionarse por el cambio de uso de suelo, considerando el conjunto de elementos y procesos que conforman el o los ecosistemas, con lo cual se incluye en el presente DTU lo especificado en la fracción I del artículo 44 del Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA.

Para el presente estudio, el **Área de Influencia directa** corresponde al área del proyecto en sí: 10,936.08 m², y el **área de influencia (AI) indirecta** corresponde a una zona buffer de 20 metros alrededor de éste: 10,554.46 m²; que en total suman 21,490.54 m² ilustrados en la Figura III-4.

Para delimitar el Área de Influencia (AI) se revisaron a detalle cada una de las actividades que se realizarán durante el cambio de uso de suelo, así como su giro y dimensiones, y las características del entorno, estimando la extensión geográfica de las posibles afectaciones.



Nota. La forma y ubicación de los polígonos sobrepuestos a la imagen satelital es aproximada y únicamente ilustrativa.

Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Red hidrográfica, Edición 2.0, Escala 1:50000 (INEGI, 2010). Microcuencas (Conafor).

Figura III-4. Delimitación del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

CASA ALVIRA

3.2.3 Delimitación del Área de proyecto

Para el presente estudio al área del proyecto es el predio Fracción 5 resultante de la subdivisión de la parcela 1317 Z-8P1/1 que tiene una superficie total de 10,936.08 m² en la cual se ubican los dos polígonos donde se realizarán las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y los sitios donde se realizarán las actividades de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que se pudieran ocasionar por la remoción de la vegetación. **En adelante, a lo largo del documento, nos referiremos a esta superficie de manera indistinta como "Predio", "Casa Alvira", "Área del Proyecto" o "Área de estudio".**

3.3 Zonificación forestal del predio

Buscando minimizar el área sujeta al cambio de uso de suelo y mantener en pie el mayor número de individuos, considerando la topografía del terreno y el espacio mínimo para la ejecución del proyecto se realizó una zonificación forestal del predio *Casa Alvira*. En esta zonificación se definió i) la **zona de aprovechamiento** o superficie sujeta a cambio de uso de suelo, ii) la **zona de reserva** (sin intervención en términos forestales) y iii) la superficie no forestal donde existen **obras actuadas** por la PROFEPA. Las superficies de cada una de éstas se muestran en la Tabla III-2. Se adjunta el Mapa de Zonificación Forestal.

Tabla III-2. Zonificación forestal del predio del Proyecto *Casa Alvira* (ha)

Concepto	Zona de aprovechamiento (sujeta a cambio de uso de suelo) (ha)		Zona de Reserva (ha)	Obras actuadas (ha)
	Superficie de intervención permanente	Superficie de intervención temporal		
Superficie	00-13-14.10	00-09-45.90	00-66-86.08	00-14-50.00
Subtotal	00-22-60.00		00-66-86.08	00-14-50.00
Total	01-03-98.08			

La **zona de aprovechamiento forestal** conforma la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo, misma que alcanza un total de 00-22-60.00 ha, lo que representa el 22% de la superficie del **predio Casa Alvira** (Tabla III-2, Figura III-5). En el siguiente apartado se describe a detalle su ubicación dentro del predio y las coordenadas de los polígonos que la integran.

Por otro lado, la **zona de reserva** está conformada por aquellas áreas fuera de la zona de aprovechamiento del predio, es decir, no estarán sujetas a proceso de cambio de uso de suelo alguno, pero en el futuro podrían ser sometidas a una estrategia de manejo que promueva la conservación y protección del hábitat existente, de las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, y de la integralidad funcional y de la interdependencia de recursos. Alcanza un área total de 00-66-86.08 ha (6,686.08 m²), lo que representa el 64% de la superficie del predio (Figura III-5).

Adicionalmente se tiene una porción denominada **obras actuadas** correspondientes a una superficie impactada del orden de los 1,450.00 m² conformada por un camino interno y sus obras complementarias. Dichas obras fueron actuadas por la PROFEPA mediante Resolución Administrativa No.

CASA ALVIRA

PFPA/24.5/2C.27.5/0042/21/0250 de fecha 27 de octubre de 2021 (elementos en color gris en la Figura III-5), tal como se describe a continuación:

Las obras que actualmente existen en el predio (todas sometidas a procedimiento administrativo por la PROFEPA en materia de impacto ambiental en el expediente reciente identificado con número PFPA/24.3/2C.27.5/00042-21) se describen a continuación (transcripción del Acta de Inspección No. IIA/2021/041):

*“DESCRIPCION OBRAS Y ACTIVIDADES: **Obras de urbanización y manejo de agua pluvial en una superficie máxima de 1.450 m² dentro de propiedad privada.** Las obras consisten en: un Camino de 263 metros de longitud construido con piedra ahogada en concreto, con un ancho promedio de tres metros, salvo en algunas secciones, donde existe un desagüe con regilla (sic) de acero y tubo de PVC corrugado de 40 pulgadas, una jardinera, un espacio para retorno y un espacio para estacionamiento. Incluye red de agua potable, una cisterna en la parte más alta de 3.5 metros de largo por 3.5 metros de ancho con altura promedio de 2.5 metros, cunetas a uno o a ambos lados del camino y en algunos tramos, muretes y muros de contención. Ocupa una superficie total aproximada de 1240 m².*

Un pasillo bolado (sic) de concreto y una escalera construida de cemento y block, enjarrada con cemento, que ocupan una superficie total aproximada de 14 m².

Muros construidos (tres) con cimentación y estructura de concreto, mampostería y/o block de hormigón con enjarre liso (mismo que se encuentran al ingreso del predio), con un portón de acceso de material de herrería color negro. Un muro de contención paralelo al eje del camino alrededor (sic) de la Jardinera, y dos muros en la parte más alta del camino. Ocupan una superficie total aproximada de 12 m².

Una cisterna para recolectar agua pluvial o agua de lluvia, construida en aproximadamente 9x9 metros y 2.5 metros de altura, ocupando una superficie total aproximada de 81 m². Construida de material de block y cemento y techo de concreto.

Así mismo se observan obras de drenaje pluvial mismas que a continuación se mencionan: registros, lavaderos, alcantarillas y cunetas en las proximidades de las obras antes descritas, construidas de concreto.

Así mismo durante el recorrido realizado se observa dentro del predio inspeccionado vegetación forestal consistente en amapa, cacaguanache (sic), clavelina, concha, guamuchillo, guásima, havillo (sic), papelillo amarillo y rojo entre otros, mismos que se observan en pie sin afectación alguna; así mismo no se observa erosión alguna en el lugar objeto de la visita de inspección.”

Todo lo anterior ocupa una superficie máxima de 1,450 m² de superficie de afectación, lo que equivale al 14% del total predial.

En la Tabla III-3 se muestra el desglose de superficies. La huella del camino y demás elementos que conforman las obras construidas se ilustran en el Anexo Fotográfico. Los daños ambientales ocasionados por estas obras fueron evaluados en el Estudio Técnico de Daños Ambientales anexo a la presente.

CASA ALVIRA

Tabla III-3. Desglose de las obras existentes que fueron objeto del procedimiento administrativo cuyos daños ambientales fueron evaluados en el Estudio Técnico de Daños Ambientales anexo a la presente

No.	Elementos	Superficie (m ²)
1	Camino. Construido con piedra ahogada en concreto. Tiene una longitud de 263 m con un ancho promedio de 3 m, salvo en algunas secciones, donde existe una rejilla de acero, una jardinera, así como espacio para retorno y estacionamiento. Incluye también red de agua potable y cisterna forjada en concreto armado de una resistencia de 200 kg/cm ² y varilla de 3/8", con medidas de 3.5 m por 3.5 m y una profundidad de 2.5 m (volumen aproximado de 30.62 m ³), así como cuentas de losa de concreto pulido sobre terreno natural de 0.50 m de ancho y de longitud variable, ubicada a lo largo de algunas secciones del camino. Finalmente, la lista de obras la complementan muretes y muros de contruados con cimentación y estructura de concreto, así como block de hormigón con enjarre liso.	1,240
2	Un pasillo volado de concreto y una escalera construida de cemento y block, enjarrada con cemento	14.00
3	En el acceso al predio: Tres muros contruados con cimentación y estructura de concreto, mampostería y/o block de hormigón con enjarre liso, con un portón de acceso de material de herrería.	12.00
4	Muro de contención paralelo al eje del camino alrededor de la jardinera y dos muros más en la parte más alta del camino.	
5	Cisterna construida de material de block junteado con cemento y de concreto. La ubicada en la parte frontal, tiene un tamaño de 9 m x 9 m x 2.5 m de profundidad, lo que arroja una capacidad de almacenamiento máxima de 202.5 m ³ .	81.00
6	Otras obras de drenaje pluvial: registros, lavaderos, alcantarillas y cunetas contruadas en concreto.	Aprox. 103.00
Total		1,450.00

En la resolución referida se resuelve, entre otras cosas: 1) acreditada la responsabilidad administrativa de la persona moral, FIDUCIARIO DE se impone como sanción una multa de 700 Unidades de Medida de Actualización, equivalentes a \$62,734.00, y 2) se ordena la reparación total del daño al ambiente ocasionado, conforme lo establecido en el Considerando VII de la resolución en comento, así como lo dispuesto en los 13 y 16 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Lo anterior derivado de la contravención a la fracción VII del artículo 28 párrafo primero de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente así como el inciso O) fracción I del artículo 5 primer párrafo, del Reglamento de la ley en comento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Así mismo, en atención al escrito de fecha 18 de octubre de 2021 en el cual el interesado solicitó a la Profepa la compensación del daño producido como medida sustitutiva de la obligación de reparación, esa autoridad autoriza dicha compensación de manera condicionada al cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 14 fracción II de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, para lo cual ordenó al interesado presentarle en un término de CUATRO MESES copia certificada de las constancias de haber presentado la solicitud de evaluación y autorización ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que se prevé en dicho precepto. Así mismo, señala que el interesado deberá anexar a la solicitud de autorización el Estudio Técnico de Daños Ambientales a la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

Por lo tanto, atendiendo a lo anterior, se anexa a la presente el Estudio Técnico de Daños Ambientales "CASA ALVIRA".

CASA ALVIRA



Figura III-5. Zonificación forestal. En achurado rojo la *zona de aprovechamiento forestal*. En verde, la *zona de reserva*. En gris, la superficie no forestal (obras actuadas por PROFEPA).

CASA ALVIRA

3.4 Ubicación geográfica de la superficie donde se pretende realizar el CUSTF (zona de aprovechamiento forestal)

La superficie solicitada para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (*zona de aprovechamiento*) es de **00-22-60.00 ha (2,260.00 m²)** (22% de la superficie total del predio) (Figura III-6); cifra que representa la superficie máxima de intervención, la remoción de la vegetación se realizará estrictamente en la superficie correspondiente a la huella de construcción del proyecto, y cuya superficie es del orden de los 00-13-14.10 ha (1,314.10 m²), y a la que se le ha denominado **“superficie de intervención permanente”**. El resto de la superficie solicitada de 00-09-45.90 ha (945.90 m²) puede o no ser desmontada en su totalidad y más bien funcionará como una zona de amortiguamiento alrededor de los elementos arquitectónicos que considerará el “pateo” de éstos, así como el de las áreas donde habrá movimientos de tierras (corte y relleno); complementariamente, también contempla la superficie necesaria para llevar a cabo las maniobras de trabajadores y maquinaria (Tabla III-4). Ya sea o no intervenida, se le ha denominado **“superficie de intervención temporal”**, y se pretende llevar en ella actividades de restauración y de repoblación cuando sí sea intervenida, por lo que una vez ejecutado el proyecto quedarán como áreas ajardinadas en donde se reubicarán los individuos que sean rescatados, junto con demás vegetación nativa, lo que vendría a enriquecer la cobertura vegetal actual. Es en ésta última donde se realizarán las actividades de reforestación interna una vez que se lleve a cabo la construcción de los elementos arquitectónicos, que, en función del grado de afectación, podrían combinarse con trabajos de restauración; de este modo, al final, dicha superficie, ya sea como área ajardinada o como superficie arbolada, será de tipo permeable, por lo que podrá integrarse a la *zona de reserva*.

Tabla III-4. Composición de la superficie donde se pretende realizar el CUSTF

Superficie sujeta a CUSTF	Uso	Intervención permanente (sellamiento) (ha)	Intervención temporal (sin sellamiento) (ha)	Tipo de vegetación	Total
Polígono 1	Casa habitación	00-11-94.30	00-07-55.70	Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa)	00-19-50.00
Polígono 2	Sección del camino de ingreso	00-01-19.80	00-01-90.20	Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa)	00-03-10.00
Total		00-13-14.10	00-09-45.90	Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa)	00-22-60.00

Las coordenadas de ambos polígonos, referidas a la proyección UTM Zona 13 WGS84, se relacionan en la Tabla III-5.

Se adjuntan a la presente en formato digital:

- Mapa de la Zona de Aprovechamiento Forestal.
- Archivos Excel con los cuadros de coordenadas de la Zona de Aprovechamiento Forestal.

CASA ALVIRA



Figura III-6. Ubicación de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo

CASA ALVIRA

Tabla III-5. Cuadros de construcción de la zona de aprovechamiento (sujeta al CUSTF)

POLÍGONO 1					
Coordenadas UTM Zona 13 (WGS84)					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	452,172.7402	2,305,541.4317	43	452,153.5846	2,305,517.4839
2	452,175.6455	2,305,540.5938	44	452,154.6540	2,305,517.8268
3	452,176.0457	2,305,541.9791	45	452,155.1298	2,305,518.3523
4	452,184.6348	2,305,539.5020	46	452,155.7454	2,305,518.7037
5	452,187.1406	2,305,535.4182	47	452,156.4398	2,305,518.8461
6	452,187.6995	2,305,524.6459	48	452,157.4779	2,305,518.6429
7	452,183.4510	2,305,510.2122	49	452,158.2625	2,305,518.9719
8	452,160.2016	2,305,489.0935	50	452,158.9866	2,305,519.4186
9	452,143.4061	2,305,482.4488	51	452,159.6328	2,305,519.9721
10	452,138.4272	2,305,499.3278	52	452,160.1853	2,305,520.6191
11	452,138.7556	2,305,499.5572	53	452,160.6309	2,305,521.3439
12	452,138.7896	2,305,499.5086	54	452,160.9587	2,305,522.1290
13	452,138.9799	2,305,499.6727	55	452,161.2993	2,305,523.1693
14	452,138.7905	2,305,499.8866	56	452,161.4879	2,305,524.2475
15	452,139.6123	2,305,500.4609	57	452,161.5209	2,305,525.3416
16	452,139.6841	2,305,500.0174	58	452,161.3974	2,305,526.4292
17	452,140.9039	2,305,500.2539	59	452,161.1226	2,305,527.6399
18	452,140.1137	2,305,503.4245	60	452,166.1920	2,305,530.5459
19	452,139.7141	2,305,504.4511	61	452,167.1613	2,305,536.5672
20	452,139.3926	2,305,505.2086	62	452,167.4837	2,305,540.7385
21	452,139.7679	2,305,505.4050	63	452,167.1240	2,305,542.2444
22	452,139.2968	2,305,506.2446	64	452,166.5579	2,305,543.6854
23	452,140.2903	2,305,507.7072	65	452,164.0811	2,305,548.0364
24	452,140.5864	2,305,508.8284	66	452,162.8931	2,305,549.5204
25	452,140.7437	2,305,509.9773	67	452,161.9348	2,305,550.5318
26	452,140.7672	2,305,510.9328	68	452,160.0513	2,305,551.5208
27	452,140.6946	2,305,511.8858	69	452,158.8374	2,305,552.2849
28	452,140.7243	2,305,512.6211	70	452,147.8918	2,305,563.4018
29	452,140.8574	2,305,513.3449	71	452,159.1302	2,305,574.2210
30	452,141.0914	2,305,514.0426	72	452,169.9495	2,305,562.9826
31	452,141.4214	2,305,514.7003	73	452,167.2119	2,305,560.3471
32	452,141.8410	2,305,515.3048	74	452,167.7856	2,305,559.1421
33	452,142.4561	2,305,516.3366	75	452,168.1432	2,305,557.8564
34	452,143.2114	2,305,517.2707	76	452,168.2742	2,305,556.5283
35	452,144.0916	2,305,518.0881	77	452,168.1747	2,305,555.1975
36	452,145.0361	2,305,518.4409	78	452,167.8475	2,305,553.9037
37	452,146.0187	2,305,518.6665	79	452,167.2825	2,305,552.5833
38	452,147.0225	2,305,518.7610	80	452,168.5538	2,305,550.8901
39	452,148.0300	2,305,518.7228	81	452,171.2586	2,305,546.1387
40	452,149.4829	2,305,518.3905	82	452,172.1777	2,305,543.8413
41	452,151.4214	2,305,517.9472	1	452,172.7402	2,305,541.4317
42	452,152.4623	2,305,517.5257	Superficie: 1,950.00 m²		

CASA ALVIRA

POLÍGONO 2					
Coordenadas UTM Zona 13 (WGS84)					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
83	452,140.2293	2,305,599.9877	97	452,122.8051	2,305,585.0309
84	452,134.6053	2,305,600.5881	98	452,122.3142	2,305,587.4497
85	452,133.0984	2,305,600.8000	99	452,119.5639	2,305,606.2647
86	452,131.6047	2,305,600.5098	100	452,119.7335	2,305,607.2253
87	452,130.2867	2,305,599.7492	101	452,120.1520	2,305,608.1060
88	452,129.2881	2,305,598.6010	102	452,120.8245	2,305,608.8121
89	452,128.7177	2,305,597.1902	103	452,121.6838	2,305,609.2730
90	452,129.4305	2,305,590.9427	104	452,122.5839	2,305,609.2969
91	452,131.1207	2,305,580.3295	105	452,123.4764	2,305,609.1774
92	452,135.6589	2,305,564.6020	106	452,124.3385	2,305,608.9174
93	452,133.0858	2,305,567.8793	107	452,125.1483	2,305,608.5235
94	452,128.8445	2,305,574.1325	108	452,133.5963	2,305,603.7817
95	452,124.9127	2,305,580.5849	83	452,140.2293	2,305,599.9877
96	452,123.6789	2,305,582.7225	Superficie: 310.00 m ²		

3.5 Ubicación geográfica del predio con relación a áreas de importancia ecológica

El predio se encuentra fuera de los límites de cualquier modalidad de Área Natural Protegida. El área de reserva más cercana es la Sierra de Vallejo, polígono de carácter estatal cuyo límite más cercano se encuentra a 2,000 m al Este. Así mismo, a 19,500 m al Suroeste del predio se localiza el Parque Nacional Islas Marietas; al Noreste, a 28,000 m, la Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego (CADNR) 043 en su porción Sierra de Vallejo Ameca (Figura III-7).

Así mismo, mediante la sobreposición del polígono del predio, utilizando el Sistema de Información Geográfica, con los mapas Regiones Hidrológicas Prioritarias 2002 Escala 1:4,000,000, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 2004 Escala 1:1,000,000 y Regiones Marinas Prioritarias (RMP) 1998 Escala 1:4,000,000, se concluye que sólo se inscribe en la Región Marina Prioritaria No. 22 'Bahía de Banderas' y la Región Terrestre Prioritaria No. 62 "Sierra Vallejo-Río Ameca" (Figura III-8). No obstante, cabe aclarar que la ubicación dentro de la primera se debe más bien a la escala de trabajo a con que ésta fue elaborada (1:4'000,000,) ya que el predio no se encuentra dentro de ningún área marina.

Región Terrestre Prioritaria No. 62 "Sierra Vallejo-Río Ameca"

Con relación a la RTP No. 62, se localiza en las entidades de Jalisco y Nayarit y abarca las localidades de Compostela, Xalisco y San Pedro Lagunillas, y Puerto Vallarta, Mascota, San Sebastián del Oeste, Talpa de Allende. Ocupa una superficie de 2813 km².

Esta región incluye vegetación predominante de selvas medianas que son a su vez las más extensas de la costa del Pacífico. Estas selvas medianas son del tipo subcaducifolio y caducifolio, en el norte y sur se incluyeron pequeñas porciones de pino-encino. Al noroeste se encuentra la Sierra de Vallejo que conforma la cuenca baja del río Ameca, en su desembocadura en la Bahía de Banderas.

CASA ALVIRA

Predominan los climas cálidos-subhúmedos y en menor escala los templados. Sus geoformas son: sierra, planicie costera y bahías. Las unidades de suelos primarias son el feozem háplico y regosol eútrico.

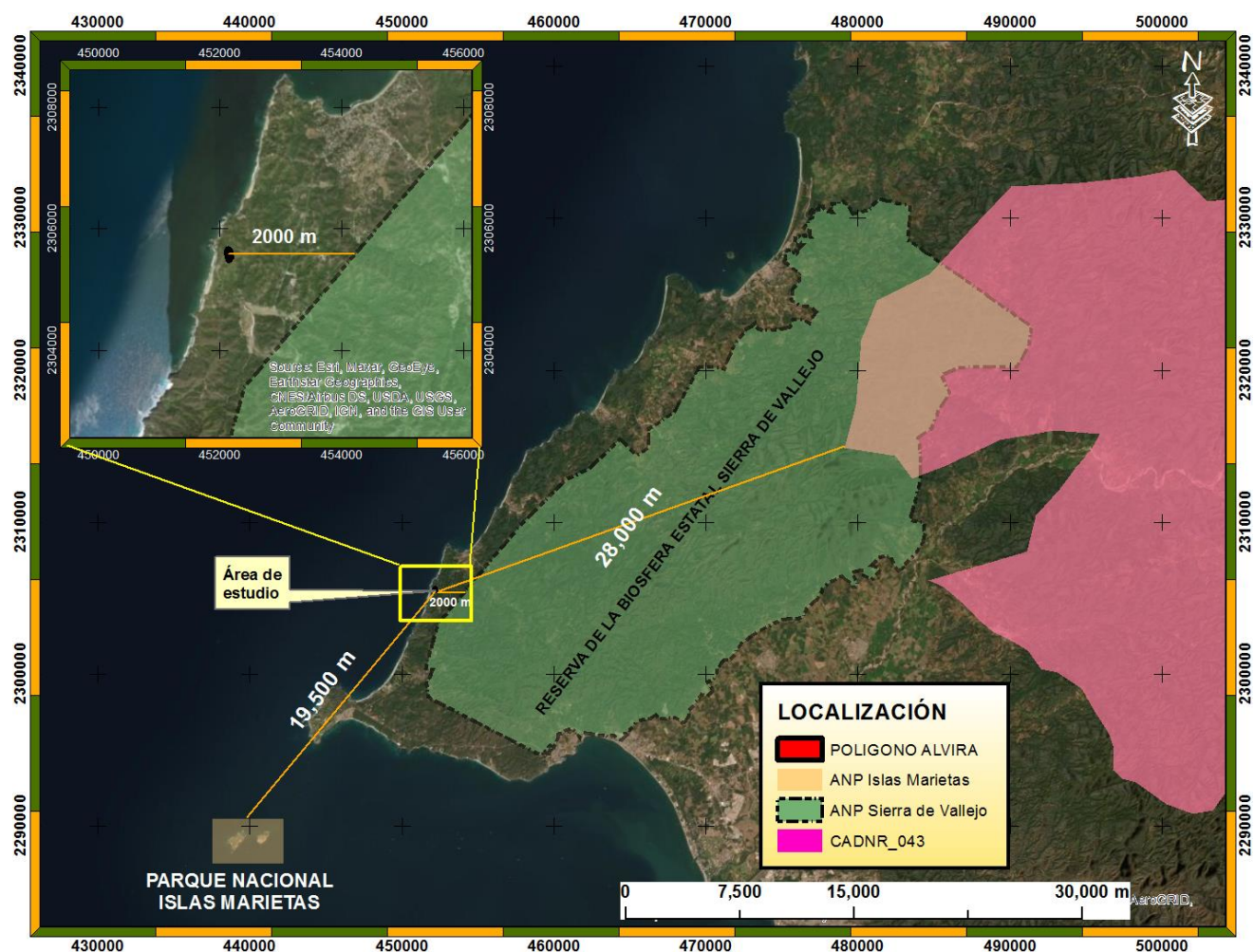
Aspectos bióticos. Su diversidad ecosistémica está dada por la presencia de selvas medianas y bajas, así como pequeñas áreas de pino-encino. Su valor para la conservación es: Integridad funcional 3 (medio), función como corredor biológico 2 (medio), fenómenos naturales extraordinarios 2 (importante), presencia de endemismos 3 (alto), riqueza específica 3 (alto) y función como centro de origen y diversificación natural 3 (muy importante).

Aspectos antropogénicos. Entre la principal problemática ambiental se puede citar: avance de la frontera agrícola, la deforestación para el desarrollo de la ganadería extensiva en toda la región, el desarrollo minero y el tráfico de fauna y flora silvestres. Su valor para la conservación es: función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles 2 (importante), pérdida de superficie original 1 (bajo), nivel de fragmentación de la región 2 (medio), cambios en la densidad poblacional 1 (estable), presión sobre especies clave 2 (medio), concentración de especies en riesgo 3 (alto) y prácticas de manejo inadecuado 2 (medio).

Conservación. Valor para la conservación. Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado 0 (no se conoce), importancia de los servicios ambientales 3 (alto), presencia de grupos organizados 1 (bajo), políticas de conservación 0 (se desconoce), Conocimiento 0 (se desconoce), información (No disponible).

Metodología de la delimitación de la RTP 62. El límite de esta región toma la línea de costa al oeste bordeando la Bahía de Banderas; sube al norte hasta la cota de los 800 msnm y continúa por el este hasta cruzar el río Ameca y subir a la cota de los 1,800 msnm, baja nuevamente a la curva de los 1,000 msnm de donde continúa hasta el río Cuale, el límite continúa por el cauce de este río hasta la cota de los 200 msnm y sigue por esta cota hasta la Sierra Vallejo, en donde desciende a la línea de costa nuevamente.

CASA ALVIRA



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Áreas naturales federales protegidas de la R. M. Escala 1:250 000 (CONANP, 2016).

Figura III-7. Ubicación del proyecto respecto de las ANP ubicadas en sus inmediaciones

CASA ALVIRA

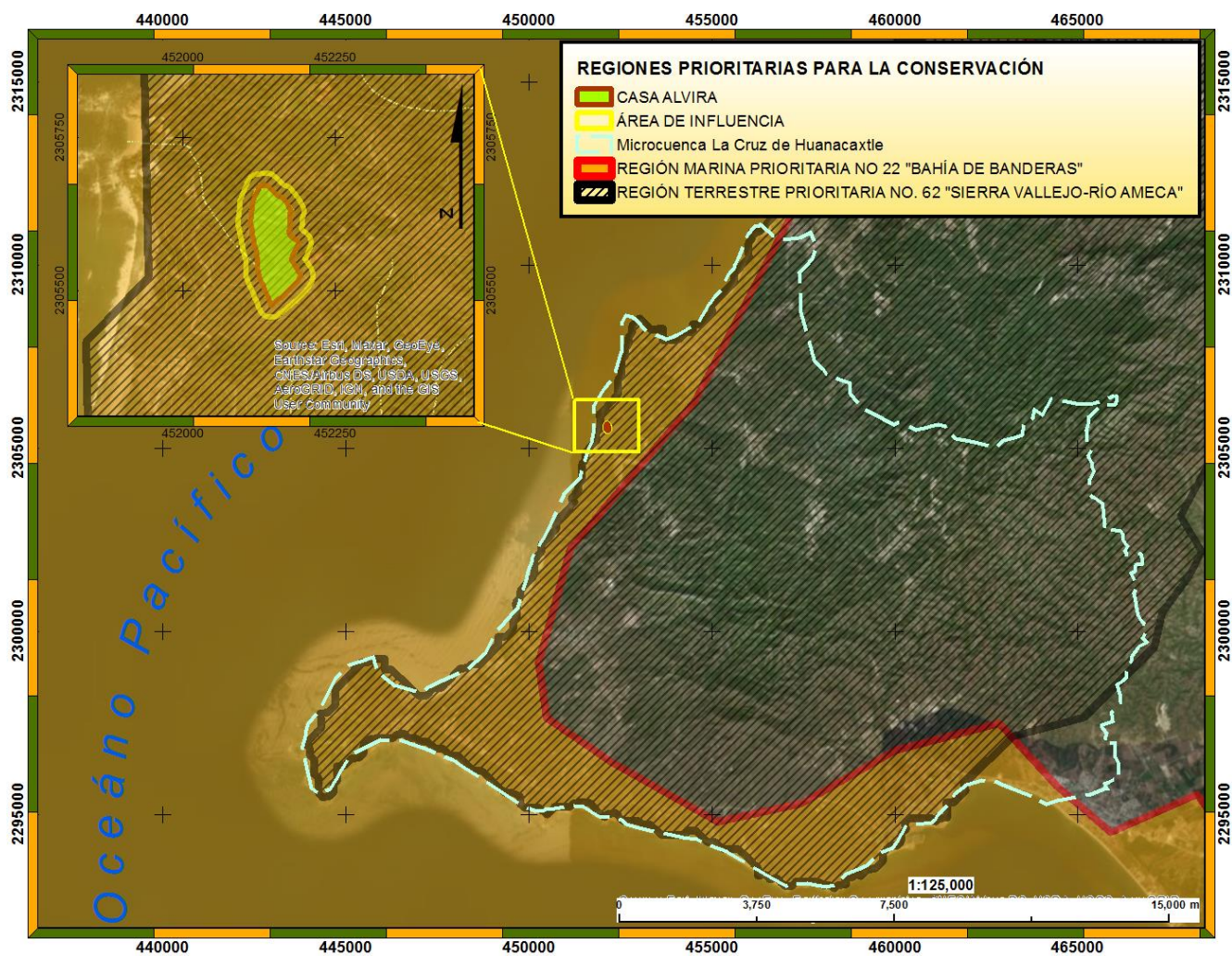


Figura III-8. Ubicación del predio respecto de las regiones terrestres y marinas prioritarias de la CONABIO.

Capítulo IV

Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables; y/o Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo.*

*Acuerdo de trámite unificado publicado en el DOF el 22 de diciembre de 2010.

Contenido

CAPITULO IV. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO.....	26
Resumen de los ordenamientos aplicables al proyecto.....	26
4.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio.....	30
4.2 Áreas naturales protegidas	34
4.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales.....	36
4.4 Normatividad en materia de impacto ambiental	39
4.5 Normatividad en materia forestal y de suelos	43
4.6 Normatividad en materia de flora y fauna silvestre	47

CAPITULO IV. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO

Resumen de los ordenamientos aplicables al proyecto

Nota importante. El área del proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal y estatal; no existen Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio vigentes decretados para el estado; y no existen en el área del proyecto ni su área de influencia comunidades de especies de manglar identificadas como especies en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* y reguladas por la NOM-022-SEMARNAT-2003 *Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar*.

Los ordenamientos aplicables al proyecto se enlistan en la Tabla IV-1, y la vinculación del proyecto con estos ordenamientos se desarrolla en las secciones 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 del presente capítulo.

Tabla IV-1. Ordenamientos aplicables al proyecto

Programas de ordenamiento ecológico del territorio	
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) , acuerdo por el que se expide. Publicado en el DOF el 07 de septiembre de 2012.	El área del proyecto, su área de influencia y la microcuenca La Cruz de Huanacastle (LCH) (o Sistema Ambiental) se inscriben en la Región Ecológica 6.32 Unidad Biofísica Ambiental (UAB) 65: Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. El POEGT no es vinculante al proyecto <i>Casa Alvira</i>, por tratarse de un proyecto del sector privado; no obstante, su diseño, las actividades en cada una de sus etapas y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que podría generar tienen como eje central la política ambiental y las estrategias y acciones aplicables a la UAB 65 que están al alcance del promovente, tal como se expresa en el cuerpo de este estudio.
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC) , acuerdo por el que se expide. Publicado en el DOF el 15 de diciembre de 2006.	En los resultados del análisis del SIGEIA se determina que hay incidencia de la microcuenca LCH con la Unidad de Gestión Ambiental UGC15 sección 2.2.5.31.1.1 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, esto puede deberse a la escala de los mapas. No obstante, no existe incidencia ya que el área de aplicación de este programa corresponde a una superficie marina que limita al Este con la costa continental de México; en cambio, la microcuenca LCH en el que se inscribe el área del proyecto y su zona de influencia, corresponde a una superficie ciento por ciento terrestre que solamente colinda al Oeste con el área de aplicación del POEMGC, por lo tanto, no cae dentro de éste y no le es vinculante.

CASA ALVIRA

Áreas Naturales Protegidas	
Área Natural Protegida Islas Marietas con categoría de manejo de Parque Nacional Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de parque nacional, la región conocida como Islas Marietas, de jurisdicción federal, incluyendo la zona marina que la circunda, localizada en la Bahía de Banderas, frente a las costas del municipio del mismo nombre en el Estado de Nayarit, con una superficie de 1,383-01-96.95 hectáreas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de abril de 2005. Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Parque Nacional Islas Marietas. Publicado en el DOF el día 25 de febrero de 2011.	En los resultados del análisis del SIGEIA aparentemente existe incidencia de la microcuenca LCH con la zona de Influencia de esta ANP, esto puede deberse a un error de escala, ya que ésta solamente colinda al Oeste con el litoral y superficie marina, en tanto que la zona de influencia y del proyecto se encuentran a 150 m y a 170 m, tierra adentro, respectivamente (Figura IV-2). Por otro lado, la superficie sujeta al cambio de uso de suelo se encuentra aproximadamente a 19.50 kilómetros del área de aplicación del Plan de Manejo de esta ANP, por lo tanto éste no le es vinculante.
Área Natural Protegida Sierra de Vallejo con categoría de Reserva de la Biosfera Estatal Decreto que declara a la Sierra de Vallejo, ubicada en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas, Nayarit; como Área Natural Protegida bajo la categoría de reserva de la biosfera estatal, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el día 01 de diciembre de 2004. Se declara reserva de conservación y equilibrio ecológico y regeneración del medio ambiente con el propósito de conservar integralmente los ecosistemas de la Sierra de Vallejo en los servicios hidrológicos, de captura de carbono, de hábitat de flora y fauna importante por su rareza, por su uso y/o por su escasez, además por la belleza escénica que es marco para la actividad turística de la costa sur del estado. La región de la ANP comprende una superficie de 63,598-53-12.433 hectáreas, de las cuales 32,110-23-80.61 hectáreas comprenden la zona núcleo. El resto integran la zona de amortiguamiento.	Si bien es cierto que el Proyecto <i>Casa Alvira</i> no está comprendido en ningún ANP (Figura IV-2), en los resultados del análisis de capas de información en el sistema de información geográfica (SIGEIA) aparentemente existe un traslape de la microcuenca La Cruz de Huanacastle con el área de aplicación de esta ANP Estatal. Esto se debe a que la fracción Este de la microcuenca se encuentra dentro del polígono originalmente decretado para el ANP, no obstante, son tierras de los Ejidos de Sayulita, Higuera Blanca y demás núcleos agrarios locales a quienes se les concedió el amparo en contra del decreto; además, esta ANP no cuenta con un Plan de Manejo oficial que regule las actividades que se desarrollan en su territorio. Por lo anterior, no aplica la vinculación del Proyecto <i>Casa Alvira</i> con el Plan de Manejo de esta ANP.
Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales	
Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, (PDUM). Aprobado mediante decreto 8430 publicado en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el 01 de junio de 2002.	El área del proyecto se inscribe en una zona con uso de suelo T-2: Desarrollo Turístico densidad de 2 cuartos hoteleros por hectárea.
Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de Banderas, Nayarit. Última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el día 08 de Agosto de 2009.	Artículo 1, 2 y 3 fracción VIII y IX

Normatividad en materia de impacto ambiental	
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Publicada en el DOF el 28 de Enero de 1988. Última reforma publicada el 21 de octubre de 2021.	Mediante la presente solicitud se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental en conjunto con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales atendiendo a lo establecido en los siguientes artículos: 3 Fracción XXI, 5 fracción X, 28 Fracción VII y 30 de la Ley y artículo 3 fracción I Ter, 4 Fracción I, 5 inciso O fracción I, 10 fracción II, 11 último párrafo y 12 del Reglamento, así como lo establecido en el Acuerdo publicado el 22 de diciembre de 2010 abajo referido. Por otro lado, el proyecto no recae en el supuesto de la fracción XI del artículo 28 toda vez que tanto el área del proyecto como su zona de influencia se encuentran fuera del ecosistema costero, atendiendo a la definición plasmada en el Artículo 3 fracción XIII Bis de la LGEEPA.
Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicado en el DOF el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.	
Normatividad en materia forestal y de suelos	
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada en el DOF el 05 de junio de 2018. Última reforma publicada el 26 de abril de 2021.	Los términos utilizados en el presente estudio se apegan a las definiciones contenidas en este ordenamiento. Además, mediante la presente solicitud se pretende obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en conjunto con la autorización en materia de impacto ambiental atendiendo a lo establecido en los siguientes artículos: Artículo 7 fracciones VI, XII, XXVII, LX Bis, LXXI, LXXX, LXXXIV, y artículo 93 de la Ley; y artículo 2 fracción XI, artículo 17 fracciones I y II, artículo 139, 141 y 145 de su Reglamento, así como lo establecido en el Acuerdo publicado el 22 de diciembre de 2010 abajo referido.
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicado en el DOF el 09 de diciembre de 2020.	
Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan. Publicado en el DOF el 22 de diciembre de 2010.	El presente Documento unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A, integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las actividades descritas en la fracción II del artículo 28 de la LGEEPA y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo forestal (acuerdo segundo). Su contenido se apega a lo establecido en el Acuerdo sexto, para que sea evaluado y resuelto por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Nayarit según sus atribuciones establecidas en el Acuerdo quinto Fracción I. Por último, se anexan a la presente los documentos referidos en el Acuerdo noveno.
Zonificación Forestal, Acuerdo por el que se integra y organiza. Publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2011. Esta zonificación fue elaborada con el objetivo de servir	El área del proyecto se inscribe en la <i>zona de producción</i> del mapa de Zonificación Forestal elaborado por la Conafor, por lo tanto, el proyecto es compatible con el uso previsto para ese terreno.

CASA ALVIRA

de apoyo para establecer mecanismos que promueven la sustentabilidad en el aprovechamiento y la producción forestal, disminuyendo la degradación de suelos y la deforestación.	
Normatividad en materia de flora y fauna silvestre	
Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el DOF el 03 de julio de 2000. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.	Se tomarán todos los cuidados necesarios para evitar el uso e introducción de especies exóticas invasoras, conforme a lo señalado en los artículos 3 fracción XVIII, 27 Bis y 56.
Lista de especies exóticas invasoras para México, acuerdo por el que se determina. Publicado en el DOF el 07 de diciembre de 2016.	Durante todas las etapas del proyecto se evitará la adquisición y uso de las especies exóticas invasoras para México.
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Publicada en el DOF el 30 de diciembre de 2010 y actualizada el 14 de noviembre de 2019 con fe de erratas el 04 de marzo de 2020.	Esta norma fue utilizada como referencia durante la caracterización de la microcuenca LCH y del área de influencia con el objeto de identificar a las especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo. En los Capítulos V y VI se enlistan las especies en riesgo identificadas para la microcuenca La Cruz de Huanacastle y área sujeta a cambio de uso de suelo respectivamente. Asimismo, en el Capítulo XIII se detallan las medidas para prevenir y mitigar las afectaciones hacia la biodiversidad local con énfasis en aquellas especies catalogadas en esta norma.

4.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

VINCULACIÓN:

El programa no es vinculante al proyecto *Casa Alvira* por tratarse de un proyecto del sector privado; no obstante, éste es congruente con la política ambiental de la unidad ambiental biofísica en la que se inscribe y con sus lineamientos y estrategias, tal como se expone en los diversos capítulos de este estudio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública (Artículos Segundo y Tercero del Acuerdo por el que se expide el Programa).

El área del proyecto se inscribe en la Unidad Ambiental Biofísica Número 65: Sierras de la Costa de Jalisco y Colima (véase Figura IV-1), cuyas características se detallan en la Tabla IV-2. Su política ambiental es la de **protección, preservación y aprovechamiento sustentable**, es decir, a) mejorar el ambiente y controlar su deterioro, b) mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales, y c) el uso de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos¹, con un nivel de atención prioritario bajo debido a que tiene un estado ambiental estable a medianamente estable y niveles de conflictos ambientales mediano a muy bajo.

En esta UAB, el eje rector del desarrollo debe ser la protección de la flora y la fauna con la ganadería y el turismo como actividades asociadas del desarrollo, cuyas actividades deben ser cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos establecidos en el POEGT, aspecto con el cual es totalmente congruente el proyecto *Casa Alvira*, lo que permite preservar los factores bióticos y abióticos del sitio y sus servicios ambientales, y a su vez aprovechar la superficie para fines habitacionales para generar beneficios sociales y económicos.

En el cuerpo de este estudio se expresa la forma en que el diseño del proyecto, las actividades en cada una de sus etapas y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que podrían generarse consideran la política ambiental y las estrategias y acciones aplicables a la UAB 65 que están al alcance del promovente.

¹ Artículo 3 fracciones III, XXV y XXVII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en los cuales se definen los conceptos de Aprovechamiento sustentable, Preservación y Protección respectivamente.

CASA ALVIRA

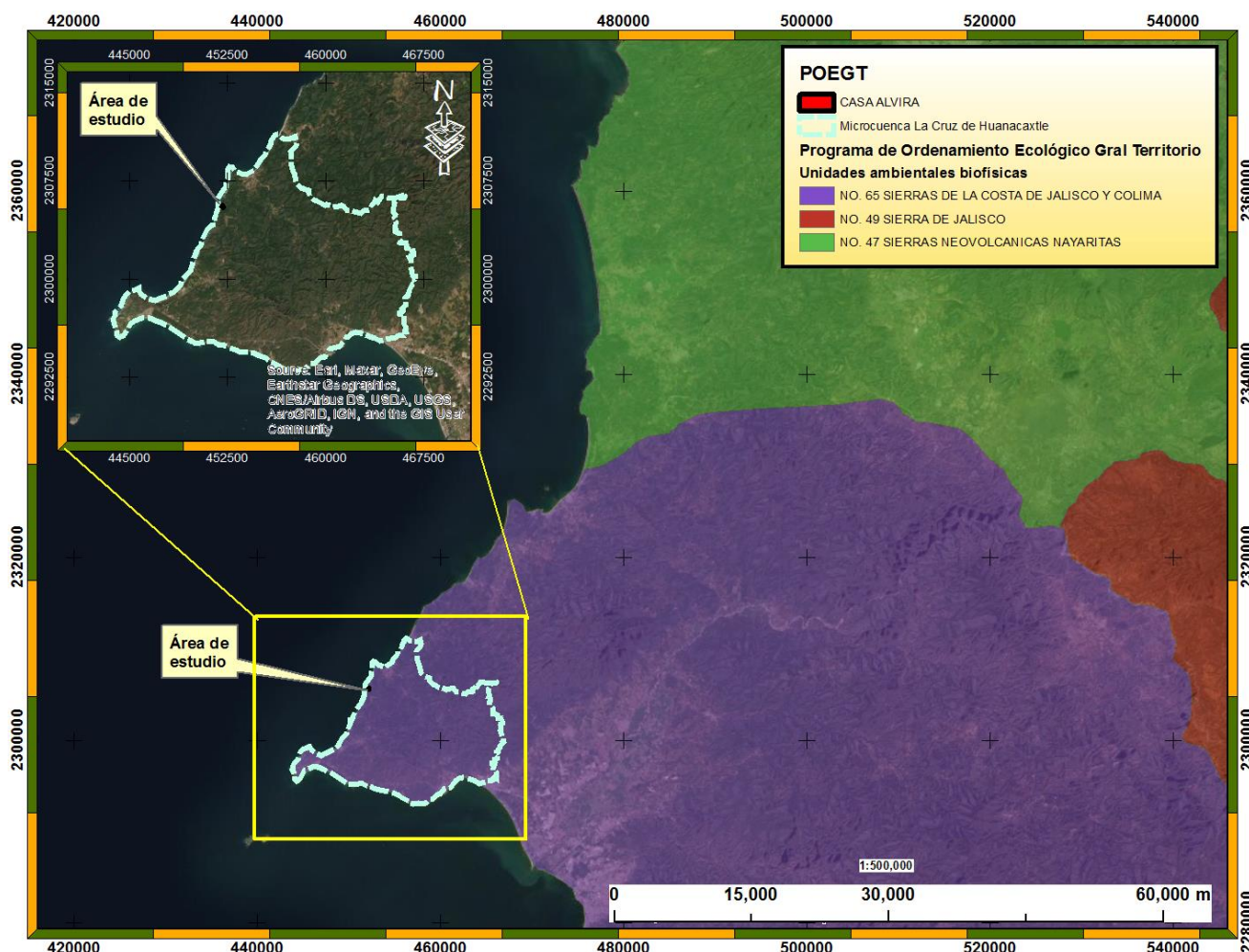


Figura IV-1. Área del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

MARCO NORMATIVO

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). Acuerdo por el que se expide, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012.

El 07 de septiembre de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), que de acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

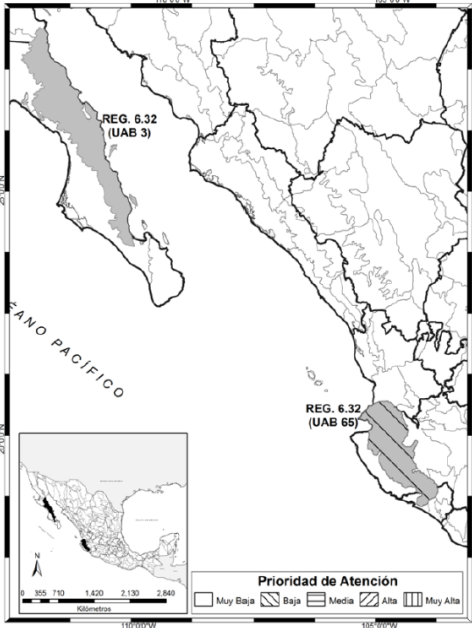
Este programa tiene por objeto el de llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollan, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, y el de establecer los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

CASA ALVIRA

El POEGT se integra por 145 unidades ambientales biofísicas (UAB) representados a escala 1: 2 000 000, a las que les fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicos que fueron construidos a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la Administración Pública Federal que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Estas estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos del POEGT (POEGT, p.4).

El área del proyecto se inscribe en la Unidad Ambiental Biofísica número 65: Sierras de la Costa de Jalisco y Colima cuyas características principales se presentan en la Tabla IV-2.

Tabla IV-2. Características de la Unidad Ambiental Biofísica y Estrategias

REGIÓN ECOLÓGICA 6.32, UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA: 65 SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA		
	Localización: Parte norte y oeste de Colima y oeste del estado de Jalisco. Superficie: 16,531.15 km² Población: 565,328 habitantes, sin presencia de población indígena. Estado actual del Medio Ambiente (2008): - Medianamente estable. Conflicto Sectorial Medio. - Media superficie de ANP's. - Media degradación de los Suelos. - Alta degradación de la Vegetación. - Sin degradación por Desertificación. - La modificación antropogénica es baja. - Longitud de Carreteras (km): Baja. - Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. - Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. - Densidad de población (hab/km²): Baja. - El uso de suelo es Forestal y Agrícola. - Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. - Porcentaje de Zona Funcional Alta: 49.4. - Media marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. - Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. - Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.	
Escenario al 2033	Escenario futuro basado en las tendencias actuales de uso del territorio y la degradación de los recursos naturales.	Inestable
Política Ambiental	Disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del gobierno federal actúen y contribuyan en cada UAB_hacia este modelo de desarrollo.	Protección, preservación y aprovechamiento sustentable
Prioridad de atención	Baja	Presenta un estado ambiental estable a medianamente estable y conflictos

CASA ALVIRA

ambientales de medio a muy bajo.	
Rectores del desarrollo	Sectores que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial. Preservación de Flora y Fauna
Coadyuvantes del desarrollo	Sectores que tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. Forestal – Minería
Asociados del desarrollo	Sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Ganadería–Turismo
Estrategias sectoriales	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.	
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E). Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

CASA ALVIRA

	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
E) Desarrollo Social	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.
Fuente: POEGT Anexo 2. Ficha técnica UAB_65. Adjunto en el Anexo Digital Estudios y Opiniones Técnicos.	

4.2 Áreas naturales protegidas

El área del proyecto se encuentra fuera de los límites de cualquier modalidad de Área Natural Protegida. El área de reserva más cercana es la Sierra de Vallejo, polígono de carácter estatal cuyo límite más cercano se encuentra a 2,000 m al Este. Así mismo, a 19,500 m al Suroeste del predio se localiza el Parque Nacional Islas Marietas; al Noreste, a 28,000 m, la Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego (CADNR) 043 en su porción Sierra de Vallejo Ameca (Figura IV-2).

En cuanto a la microcuenca La Cruz de Huanacastle, una fracción de éste se encuentra dentro del polígono originalmente decretado para la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo, de categoría estatal, no obstante, son tierras de los Ejidos de Sayulita e Higuera Blanca a quienes se les concedió el amparo en contra del decreto; por lo tanto, esta superficie se encuentra excluida actualmente del ANP.

VINCULACIÓN

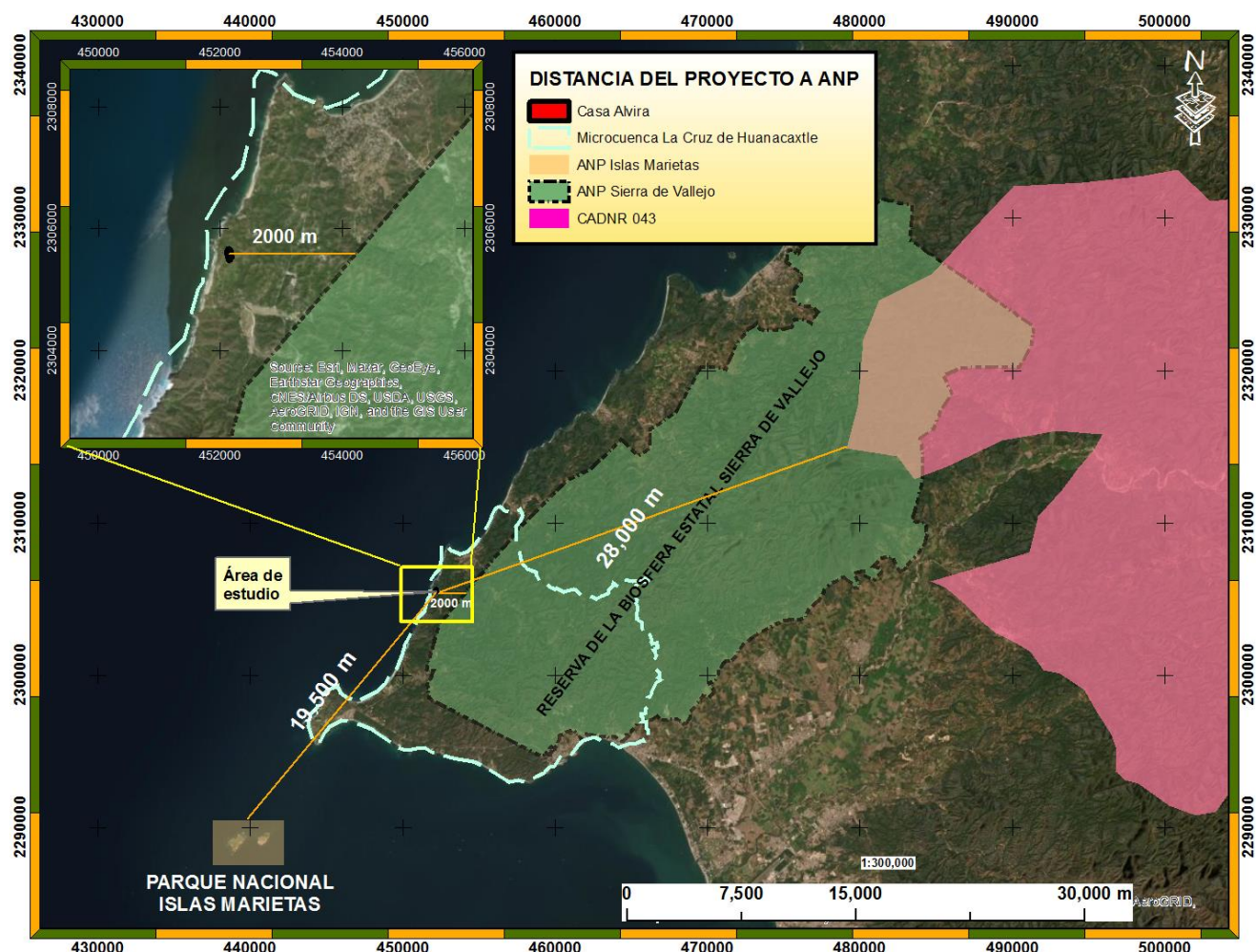
En el SIGEIA se establecen dos incidencias con Áreas Naturales Protegidas, una con la ANP Federal (y sitio Ramsar) Islas Marietas y otra con la ANP Estatal Sierra de Vallejo.

Al respecto, resulta necesario aclarar que la microcuenca LCH colinda al Oeste con la zona de influencia de la ANP Federal Islas Marietas y que el área del proyecto se encuentra a 170 m tierra adentro y aproximadamente a 19.5 km de su zona de amortiguamiento (Figura IV-2). El programa de manejo, si bien hace referencia a una zona de influencia, sólo regula las actividades que se desarrollan en sus zonas núcleo y de amortiguamiento; y como ni la microcuenca LCH ni el proyecto se encuentran dentro ni colindan con el área regulada por el programa de manejo de esta ANP, no les es vinculante.

En cuanto a la ANP de la Sierra de Vallejo, sólo una fracción de la microcuenca, aquella que se integra a las montañas cristalinas de esta sierra, se encuentra dentro del polígono originalmente decretado para el ANP, no obstante, son tierras de los ejidos de Sayulita, Higuera Blanca Bucerías, núcleos agrarios a quienes se les concedió un amparo en contra del decreto; por lo tanto, esta superficie se encuentra excluida actualmente del ANP. Además, esta ANP no cuenta con un Plan de Manejo oficial que regule las

CASA ALVIRA

actividades que se desarrollan en su territorio; por lo tanto, no aplica la vinculación del Proyecto *Casa Alvira* con el Plan de Manejo de esta ANP. A pesar de ello, el proyecto, por su naturaleza, coadyuva con el propósito por el cual la Sierra de Vallejo fue declarada ANP, al tener entre sus objetivos el proteger la red de escurrimientos que atraviesan su propiedad, realizar actividades de conservación de suelo y recarga del acuífero y realizar actividades de protección y conservación de flora y fauna, teniendo estrictamente prohibido: verter o descargar contaminantes y/o residuos sólidos en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce o vaso; interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos; y realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres terrestres sin previa autorización.



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana (Conanp, 2020); de los 142 Sitios Ramsar, México; y Polígono de la Sierra de Vallejo, Decreto Estatal de fecha 01 de diciembre de 2004.

Figura IV-2. Distancia del proyecto respecto de Áreas naturales protegidas federales y estatales y sitio Ramsar.

MARCO NORMATIVO

Área Natural Protegida Sierra de Vallejo

Decreto que declara a la Sierra de Vallejo, ubicada en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas, Nayarit; como Área Natural Protegida bajo la categoría de reserva de la biosfera estatal, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el día 01 de diciembre de 2004.

Se declara reserva de conservación y equilibrio ecológico y regeneración del medio ambiente con el propósito de conservar integralmente los ecosistemas de la Sierra de Vallejo en los servicios hidrológicos, de captura de carbono, de hábitat de flora y fauna importante por su rareza, por su uso y/o por su escasez, además por la belleza escénica que es marco para la actividad turística de la costa sur del estado.

La región de la ANP comprende una superficie de 63,598-53-12.433 hectáreas, de las cuales 32,110-23-80.61 hectáreas comprenden la zona núcleo. El resto integran la zona de amortiguamiento.

En esta área el aprovechamiento de los recursos naturales se sujetará a lo siguiente:

1. Aprovechamiento sustentable de flora y fauna silvestre, mediante la creación de Unidades de Manejo de Vida Silvestre y de Programas para Áreas de Manejo Sustentable de la Vida Silvestre.
2. Aprovechamiento sustentable de plantas medicinales.
3. Actividades agrícolas controladas y pecuarias sólo en terrenos con pendientes que van del 15% al 30% y realizando de manera previa el cálculo del coeficiente de agostadero de cada terreno. Además, cada pastizal deberá contar con un cercado perimetral de árboles y/o arbustos nativos.
4. Actividades turísticas en la modalidad de turismo alternativo, ecológico y/o rural, respetando la capacidad de carga de los ecosistemas.
5. Los demás que se establezcan en los programas Municipal, Estatal y Federal.

No cuenta con un Programa de Manejo del ANP oficial.

En el año 2005 varios ejidos promovieron juicios de amparo contra este decreto que les fueron concedidos². Estos ejidos fueron Sayulita, Higuera Blanca, Bucerías, San Vicente, San José del Valle y Puerta de Lima.

4.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales

El área del proyecto se inscribe en el área de aplicación del Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, (PDUM) que fue aprobado mediante decreto 8430 publicado en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el 01 de junio de 2002.

De acuerdo con la Constancia de Compatibilidad emitida por el H. X. Ayuntamiento Constitucional de Bahía de Banderas a favor de mediante el oficio UAM/COMP/0035/2021 de fecha 04 de febrero de 2021 (adjunto al presente en copia certificada), el predio del proyecto se inscribe en el Plano E-15 Estrategia Zonificación Secundaria – Sayulita del PDUM, en la zona tipificada con el uso **T-2: Desarrollo Turístico densidad bruta de 2 cuartos hoteleros por hectárea** (Figura IV-3).

Permisibilidad de usos y destinos del suelo. Es procedente la utilización del predio para uso (T-2) con las siguientes características:

- Desarrollo turístico, densidad bruta de 2 cuartos hoteleros/hectárea (T-2). Superficie mínima del lote 9,000.00 m², densidad 01 vivienda/ha, estacionamiento 2.00 cajones por cuarto hotelero, restricciones frontales hacia elementos viales 20.00 m, laterales colindantes con elementos viales

² Alianza Jaguar, A.C. 2016. Reserva Estatal de la Sierra de Vallejo. <http://alianzajaguar.org/acciones/>

CASA ALVIRA

o lote 5.00 m, traseras colindantes con lote 5.00 m, COS de 0.08, CUS de 0.08, niveles máximos de construcción 01 nivel.

- Usos generales: predomina el uso habitacional turístico con servicios turísticos básicos.
- Usos específicos: Se permitirá una densidad máxima de 2 cuartos hoteleros/hectárea y se permite la instalación de servicios turísticos básicos. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 9,000 m de superficie y un frente mínimo de 50 m.
- Las edificaciones podrán tener una altura máxima (sin incluir tinacos y elementos arquitectónicos de ornato siempre y cuando no rebasen estos los 3.00 m de altura) de 1 nivel sobre el nivel de desplante; deberá dejarse el 92% de la superficie del lote sin construir y una intensidad máxima de construcción equivalente a 0.08 veces la superficie del lote.

VINCULACIÓN

El uso que se pretende dar al área del proyecto (habitacional) es compatible con aquel de la zona en la que se inscribe, tal como se expone en la siguiente tabla.

Tabla IV-3. Vinculación del proyecto *Casa Alvira* con los lineamientos urbanísticos aplicables

Lineamiento urbanístico	PMDU	Proyecto <i>Casa Alvira</i>
Usos generales	Uso habitacional turístico con servicios turísticos básicos	Uso habitacional
Densidad bruta	1 vivienda por hectárea	1 vivienda por hectárea
Superficie de terreno por vivienda	10,000 m ²	10,396.08 m ²
Superficie máxima de desplante (techada en planta baja)	C.O.S.: 0.08 Lo que equivale a 831.68 m ² para la superficie del predio (10,396.08 m ²)	Superficie total de huella de la vivienda: 1,314.10 m ² considerando espacios complementarios no techados (sin incluir obras existentes que suman 1450 m ² de obras de infraestructura). Dentro de esta huella, sólo 728 m ² serán techados cumpliendo con el COS y CUS previsto para este uso de suelo.
Intensidad máxima de construcción	C.U.S.: 0.08 Lo que equivale a 831.68 m ² para la superficie del predio (10,396.08 m ²)	

MARCO NORMATIVO

REGLAMENTO MUNICIPAL DE ZONIFICACIÓN Y USOS DEL SUELO DE BAHÍA DE BANDERAS, NAYARIT. Última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el día 08 de agosto de 2009.

Artículo 1. *El presente Reglamento es de observancia general y forma parte del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit.*

Artículo 2. *Tiene por objeto establecer el conjunto de normas técnicas y procedimientos, para llevar a cabo los objetivos, las políticas y estrategias de desarrollo señaladas en el contenido del Plan Municipal de Desarrollo Urbano, considerando para esto la integración del territorio municipal, a partir de un sistema de ciudades jerarquizado y una estructura urbana ordenada de los diferentes centros de población. (...)*

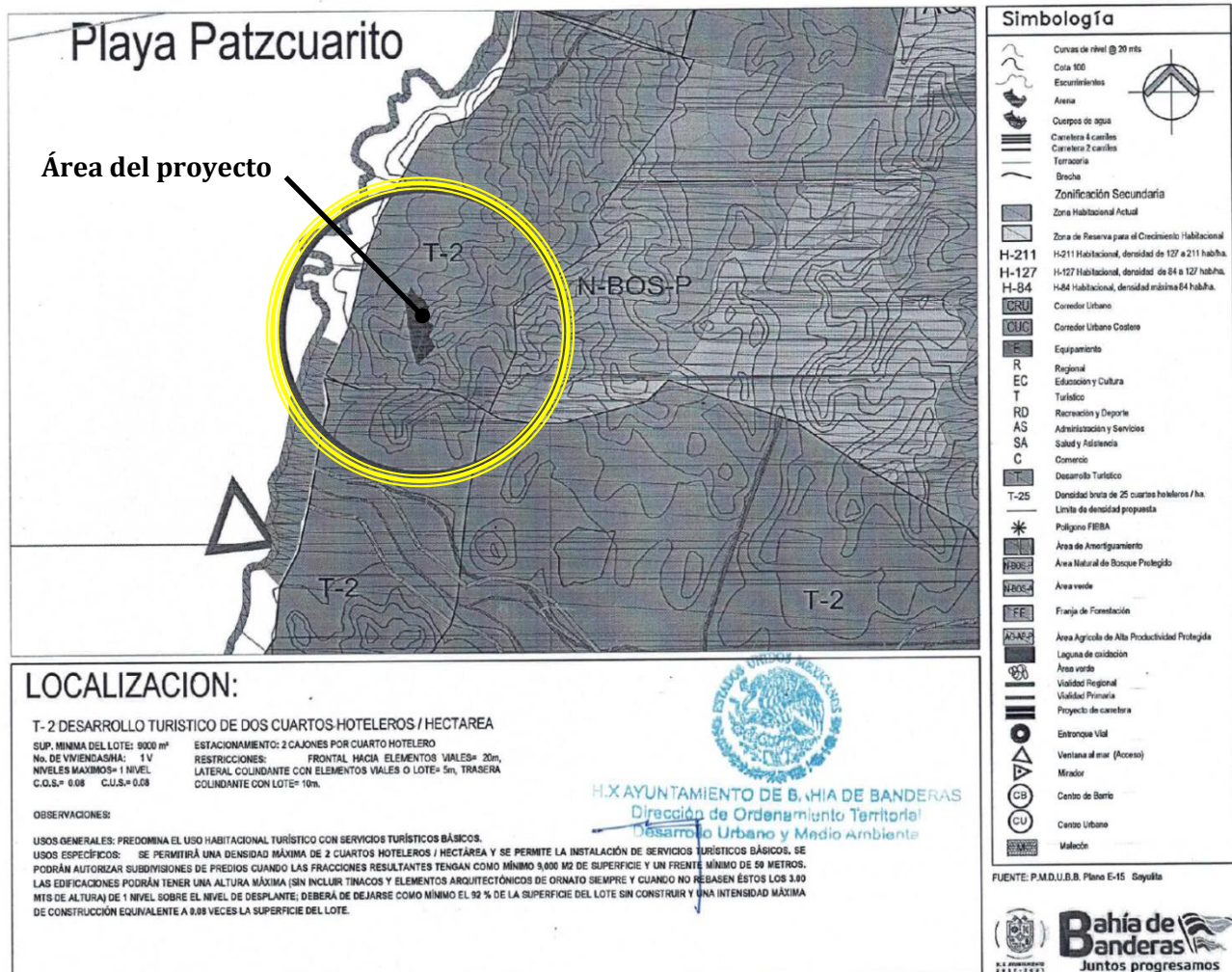
CASA ALVIRA

Artículo 3. Para los efectos del presente Reglamento, y de conformidad con la Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit, se entiende por:

VIII. Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): el factor que multiplicado por la superficie total de un lote o predio, nos da como resultado el total de metros cuadrados que se pueden edificar únicamente en planta baja; entendiéndose por **superficie edificada aquella que está techada**. No se incluirán en su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos, siempre y cuando éstos sean ocupados sólo para área de servicios.

IX. Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS): el factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado; excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos;

Para la determinación del CUS se considera la totalidad de los niveles permitidos, así como los elementos edificados que se encuentren cubiertos o techados con cualquier tipo de material.



Fuente: Constancia de compatibilidad urbanística oficio UAM/COMP/0035/2021 de fecha 04 de febrero de 2021.

Figura IV-3. Área del proyecto en el Plano E-15: Sayulita del PDUM

4.4 Normatividad en materia de impacto ambiental

VINCULACIÓN

Por tratarse del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la construcción de una vivienda unifamiliar residencial, el proyecto recae en el supuesto de la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y del artículo 5 inciso O fracción I de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA); por lo tanto, el Proyecto “Casa Alvira” requiere de la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); así mismo, requiere de la autorización por cambio de uso del suelo en terrenos forestales referida en el artículo 93 de la nueva Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Con el objeto de obtener ambas autorizaciones y atendiendo a lo establecido en el artículo 127 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, así como al *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*, se presenta el **Trámite Unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A**, debido a que las obras y actividades del proyecto son únicamente las que se describen en la Fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente y las correspondientes a la autorización de cambio de uso de suelo forestal del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El documento técnico unificado modalidad A se ha elaborado integrando la información indicada en el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en su modalidad A, además de la documentación legal se ha anexado: I) Documento técnico unificado, en original y en formato electrónico; II) copia certificada de la identificación oficial del solicitante; III) resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico; IV) copia de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cabe destacar que aunque el proyecto para su ejecución requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, las actividades de cambio de uso de suelo no dañarán o pondrán en riesgo al ecosistema en el que se encuentra inmerso, ni causarán su desequilibrio, así como tampoco rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, tal como se señala en el contenido del presente Documento Técnico Unificado.

Así mismo, en el cuerpo de este documento se demuestra que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá, y que se tomarán las medidas necesarias para prevenir y mitigar la erosión del suelo, el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación que pudiera ocasionar la remoción de la vegetación forestal.

Resulta relevante destacar que tanto el proyecto como el área geográfica de sus posibles afectaciones se inscriben en un ecosistema de Selva Mediana Subcaducifolia, y por ende, no se ubican ni afectan al ecosistema costero en los términos de la fracción XIII Bis del Artículo 3 de la LGEEPA, tal como se describe a continuación.

En el apartado 3.2.2 de este documento se delimitó la extensión geográfica de las posibles afectaciones que pudiera generar el proyecto, para lo cual se revisaron a detalle cada una de las actividades que se realizarán durante su ejecución, así como su giro y dimensiones, y las características del entorno, incluyendo las redes de drenaje que pudieran interactuar con el ecosistema costero. De este análisis, se determinó como Área de Influencia directa aquella extensión que corresponde al área del proyecto en sí (o área de estudio) con una superficie total de 10,936.08 m², y el área de influencia (AI) indirecta corresponde a una zona buffer de 20 metros alrededor de éste, con una superficie total de 10,554.46 m²; que suman 21,490.54 m² ilustrados en la Figura IV-4.

Esta superficie de afectación (área de proyecto y área de influencia) no pertenece al ecosistema costero porque sus características geohidromorfológicas y biológicas no corresponden a las propias de una playa, duna costera, acantilado, franja intermareal (con influencia de marea), ni humedal costero tales como lagunas interdunarias, lagunas costeras, esteros, marisma, pantano, ciénegas, ni sustenta una comunidad de manglar, petén, oasis, cenotes, ni pastizales, palmares o selvas inundables; no contiene arrecifes de coral, ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y costas rocosas; por el contrario, corresponden a aquellos propios de la Selva Mediana Subcaducifolia como puede corroborarse con la información detallada expuesta en los capítulos V y VI de este DTU.

Los ecosistemas costeros más próximos constan de playas y/o acantilados (“zona de litoral” en la Figura IV-4) que se ubican, ya sea, aproximadamente a 155 m respecto del área de influencia del proyecto con relación a la Carta de Recursos Forestales (CONAFOR-INEGI 2015), o bien, a 190 m si se toma como referencia de la línea de costa de la República Mexicana (2011-2014) (Conabio 2018); esto es, los separa una franja de terreno que sustenta vegetación propia de Selva Mediana Subcaducifolia (CONAFOR-INEGI 2015), la cual comienza inmediatamente después de la línea de costa hacia la zona continental por lo que no existe un continuum ecológico entre el área de influencia y los ecosistemas costeros arriba referidos. Así mismo, al interior de dicha franja de vegetación y paralelo a la costa, existe un camino de piedra ahogada en concreto que sirve de acceso a los vecinos del lugar, cuya construcción y demás impactos generados por el tránsito cotidiano también han afectado negativamente las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona, así que por definición el proyecto se ubica fuera de cualquier ecosistema costero (Figura IV-4).

CASA ALVIRA



Tabla IV-4. Ubicación del proyecto y su área de influencia respecto del ecosistema costero

NORMATIVIDAD REFERIDA:

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 21 de octubre de 2021.

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XIII Bis.- Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.

La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

XXI.- Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

X. 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.

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.

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. [...]

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.

Artículo 3. Para efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

I Ter. Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Artículo 4. Compete a la Secretaría:

I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, **requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:**

O) Cambios de uso de 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;

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.

Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Artículo 12. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción del proyecto;

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

4.5 Normatividad en materia forestal y de suelos

VINCULACIÓN

El proyecto denominado “Casa Alvira” consiste en la construcción de una casa habitación y su infraestructura complementaria, para lo cual se requiere realizar la remoción parcial de la vegetación en una superficie de 2,260.00 m² actualmente clasificada como vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia para destinarla a fines habitacionales, para lo cual se requiere de la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de cambio de uso de suelo conforme a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento y de la autorización en materia de impacto ambiental por dicha actividad, para lo cual se ha integrado el presente Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Modalidad A.

Por otro lado, el área del proyecto y de influencia se inscriben en la “Zona de Producción” en el mapa de Zonificación Forestal elaborado por la Conafor. Esta zona presenta condiciones de vegetación y suelo apropiados para la producción de madera y otros productos no maderables en forma sostenida (Figura IV-4).

Si bien este instrumento no constituye un tipo de límite ni restricción de la propiedad, uso o aprovechamiento de cada predio o terreno forestal en lo particular, sí es un instrumento de planeación que permite ordenar las áreas forestales en función de sus ventajas productivas o de su importancia como

CASA ALVIRA

recurso natural, y sirve de apoyo para establecer mecanismos que promueven la sustentabilidad en el aprovechamiento y la producción forestal, y para disminuir la degradación y la deforestación³.

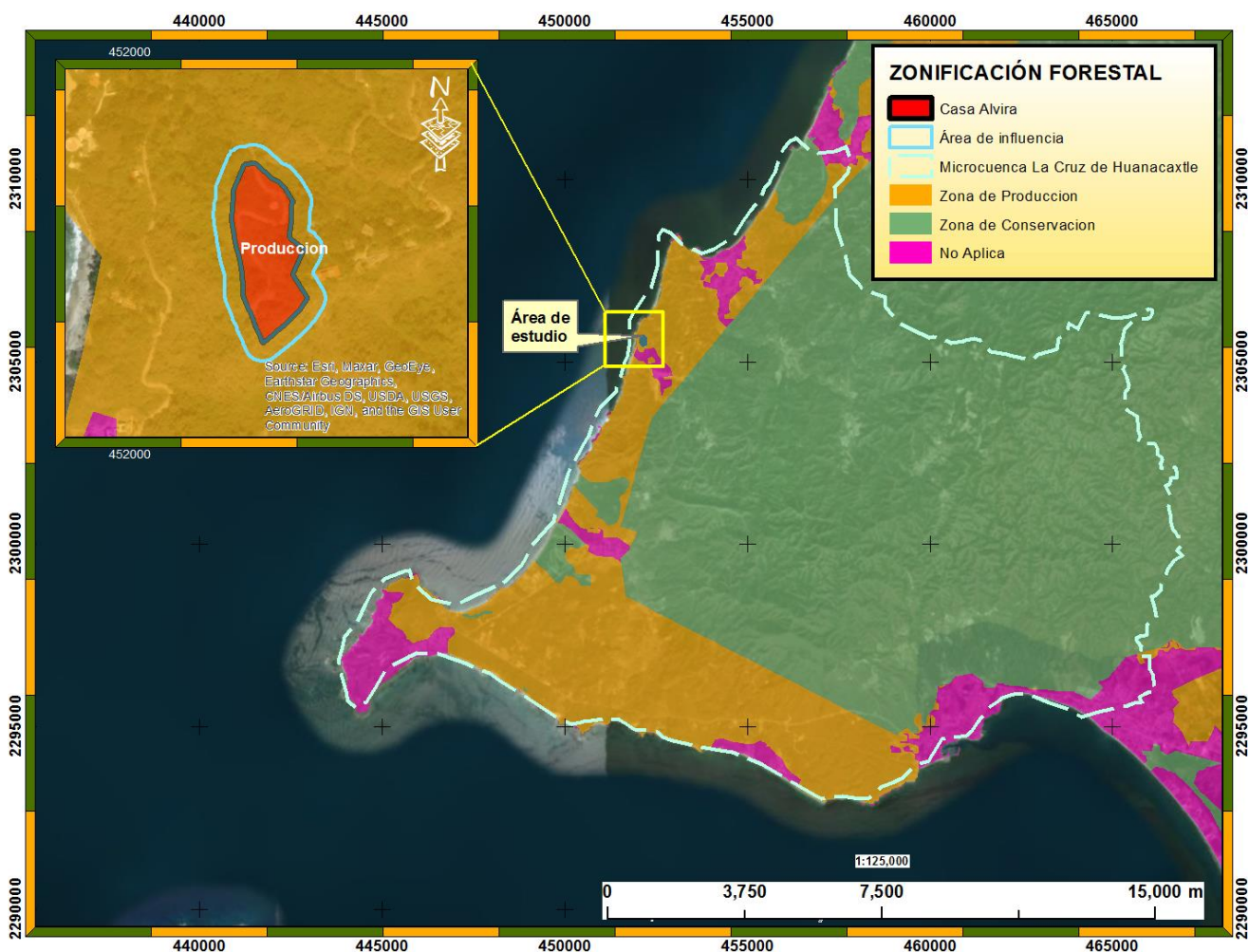


Figura IV-4. Zonificación Forestal de la CONAFOR. Área del proyecto en el mapa.

MARCO NORMATIVO

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2018, última reforma publicada el 13 de abril de 2020.

Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales.

³ Tercer párrafo de los Considerandos del Acuerdo y Primer y segundo párrafo del Anexo I del acuerdo por el que se integra y organiza la zonificación forestal, publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2011.

XII. Compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales: Las obras y actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento, que se realizarán con el fin de rehabilitar ecosistemas forestales deteriorados, de controlar o evitar los procesos de degradación de los mismos y de recuperar parcial o totalmente las condiciones que propicien su persistencia y evolución.

XXVII. Especie exótica invasora: Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública.

LX Bis. Selva: Ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuales y guamiles y que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;

LXXX. Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

LXXXIV. Zonificación forestal: Es el instrumento de planeación en el cual se identifican, agrupan y ordenan los terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas hidrográficas, con criterios de conservación, restauración y manejo sustentable.

Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción [...].

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. [...].

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE, publicado en el DOF el 09 de diciembre de 2020.

Artículo 2. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 7 de la Ley, se entenderá por:

XI.- Conservación de suelos, conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad.

Artículo 17. Para efectos del artículo 49 de la Ley, en la Zonificación forestal se establecerán las categorías siguientes:

I.- Zonas de conservación y Aprovechamiento restringido o prohibido: a) áreas naturales protegidas; b) áreas de protección; c) áreas localizadas arriba de los 3,000 msnm; d) terrenos con pendientes mayores al cien por ciento o cuarenta y cinco grados; e) áreas cubiertas con vegetación de manglar o Bosque mesófilo de montaña; f) áreas cubiertas con vegetación de galería, y g) áreas cubiertas con selvas altas perennifolias.

II.- Zonas de producción: [...] b) Terrenos forestales de productividad media, caracterizados por tener una cobertura de copa de entre veinte y cincuenta por ciento o una altura promedio de los árboles dominantes menor de dieciséis metros. [...]

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría [...].

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;

II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;

III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

CASA ALVIRA

IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;

V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;

VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;

VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;

VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;

IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;

X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;

XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;

XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;

XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;

XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y

XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento. Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

Artículo 145. *La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las Materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.*

ACUERDO POR EL QUE SE INTEGRA Y ORGANIZA LA ZONIFICACIÓN FORESTAL, publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2011.

La Zonificación Forestal es un instrumento de planeación mediante el cual se ordenan las áreas forestales en función de sus ventajas productivas o de su importancia como recurso natural y tiene como objeto servir de apoyo para establecer mecanismos que promuevan la sustentabilidad en el aprovechamiento y la producción forestal, así como disminuir la degradación y la deforestación; mas no constituye un tipo de límite ni restricción de la propiedad, uso o aprovechamiento de cada predio o terreno forestal en lo particular⁴.

⁴ Tercer párrafo de los Considerandos del Acuerdo y Primer y segundo párrafo del Anexo I del mismo Acuerdo.

ACUERDO POR EL QUE SE EXPIDEN LOS LINEAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA SOLICITAR EN UN TRÁMITE ÚNICO ANTE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES LAS AUTORIZACIONES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y EN MATERIA FORESTAL QUE SE INDICAN Y SE ASIGNAN LAS ATRIBUCIONES CORRESPONDIENTES EN LOS SERVIDORES PÚBLICOS QUE SE SEÑALAN. Publicado en el DOF el 22 de diciembre de 2010.

Acuerdo segundo. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:

I al III...

IV. Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo forestal previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Acuerdo quinto. Fracción I. Las Delegaciones Federales de la SEMARNAT resolverán el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal en sus modalidades A y B cuando los solicitantes sean particulares.

Acuerdo sexto. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Acuerdo Noveno. A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará:

I. Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico;

II. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;

III. Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico;

IV. Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes;

V. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente;

VI. Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará copia simple para su cotejo;

VII. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo, y

VIII. Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas.

4.6 Normatividad en materia de flora y fauna silvestre

VINCULACIÓN

Identificación de especies de flora y fauna en riesgo

La identificación de las especies de flora y fauna en riesgo presentes en la microcuenca LCH, en el área de influencia y en el área del proyecto, especialmente de aquellas catalogadas como especies prioritarias para la conservación, se realizó en base a la lista de flora y fauna en riesgo publicada en la Norma NOM-

059-SEMARNAT-2010 y a la Lista de Especies del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) que contiene las especies prioritarias para la conservación⁵ publicada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en su página web⁶.

En los Capítulos V y VI se enlistan las especies en riesgo identificadas para la microcuenca LCH y para el área del proyecto. Asimismo, en el Capítulo XIII se detallan las medidas para prevenir y mitigar las afectaciones hacia el componente ambiental Flora y Fauna con énfasis especial en aquellas especies catalogadas en esta norma.

MARCO NORMATIVO

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de julio de 2000, última reforma publicada el 19 de enero de 2018.

Artículo 3. *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:*

XVIII.- Especie exótica invasora: *Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública.*

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

La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. [...]. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. [...].

Artículo 56. *La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; [...].*

LISTA DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS PARA MÉXICO, acuerdo por el que se determina. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016.

Artículo primero. *Se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México, mismas que se señalan en el Anexo I del presente Acuerdo, en la cual se indican el nombre científico y su distribución natural, de conformidad con el Artículo 27 Bis de la Ley General de Vida Silvestre.*

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010 y actualizada el 14 de noviembre de 2019.

1.- Objetivo: *Esta norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.*

⁵ Ley General de Vida Silvestre. Fracción XIX del Artículo 3: Se entenderá por *Especies y poblaciones prioritarias para la conservación a aquellas determinadas por la Secretaría de acuerdo con los criterios establecidos en la presente Ley, para canalizar y optimizar esfuerzos de conservación y recuperación.*

⁶ <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programa-de-conservacion-de-especies-en-riesgo>

2.- Campo de aplicación: *Es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.*

El aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico, y en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.

3.2 Categorías de riesgo

3.2.1. Probablemente extinta en el medio silvestre (E). *Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.*

3.2.2. En peligro de extinción (P). *Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.*

3.2.3. Amenazadas (A). *Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*

3.2.4. Sujetas a protección especial (Pr). *Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.*

Capítulo V

Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos

Contenido

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA	
HIDROLÓGICA FORESTAL DONDE SE UBICA EL PREDIO	50
5.1 Clima.....	50
5.1.1 Tipo de clima	50
5.1.2 Fórmula climática.....	50
5.1.3 Temperatura.....	51
5.1.4 Precipitación.....	52
5.1.5 Vientos.....	53
5.2 Suelos	54
5.2.1 Tipo de suelo.....	54
5.2.2 Grado de susceptibilidad a la erosión, estimación de la erosión real y factores que la originan.....	56
5.2.3 Factores que intervienen en los procesos de erosión en suelos en la unidad de análisis	63
5.3 Fisiografía y morfopedología.....	64
5.4 Geología.....	66
5.4.1 Estratigrafía	66
5.4.2 Estratigrafía local.....	67
5.5 Hidrología.....	68
5.5.1 Región hidrológica	68
5.6 Uso de suelo y vegetación	76
5.6.1 Zona ecológica.....	76
5.6.2 Cobertura vegetal y uso de suelo en la microcuenca La Cruz de Huanacastle.....	77
5.6.3 Caracterización de la vegetación.....	83
5.7 Caracterización de la fauna silvestre.....	101
5.7.1 Antecedentes	101
5.7.2 Metodología	102
5.7.3 Resultados	112

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICA FORESTAL DONDE SE UBICA EL PREDIO

El predio objeto del presente DTU se encuentra comprendido dentro de la Región Hidrológica 13, Huicicila-San Blas; Cuenca B, Río Huicicila-San Blas; Subcuenca a, Río Huicicila. Para el análisis de los componentes ambientales y su eventual impacto por la ejecución del presente proyecto se utilizará a la microcuenca como la “unidad de análisis” o “sistema ambiental”, tal como se explica en el Apartado 3.2 del Capítulo III. El archivo *shape* de microcuencas elaborado por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) (s/f) y descargado de la página de la Comisión Nacional Forestal.

Los datos de la microcuenca en cuestión son:

- 1) Nombre: La Cruz de Huanacastle,
- 2) Código, 13-054-07-008,
- 3) Superficie: 21,193 ha.

A continuación se describen los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológica forestal donde se ubica el predio.

5.1 Clima

5.1.1 Tipo de clima

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen modificada por García (1989) para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, el clima predominante en la microcuenca La Cruz de Huanacastle, es el cálido subhúmedo (Tabla V-1).

Tabla V-1. Distribución del tipo de clima predominante en la microcuenca La Cruz de Huanacastle

Clima	TMA	Ubicación	Superficie (ha)	%
Aw ₁ (w)	Mayor de 22° C	Franja que abarca la porción norte de la bahía de Banderas. Corre paralela desde Punta de Mita y pasa por la localidad La Cruz de Huanacastle hasta Bucerías.	7,954	38
Aw ₂ (w)	Sobre 22° C	Franja continua y paralela a la línea costera en la parte sur del estado de Nayarit. Comprende 2/3 de la cuenca La Cruz de Huanacastle (porción media y norte).	13,239	62
Total			21,193	100

5.1.2 Fórmula climática

Por la superficie que ocupa, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988), el clima más representativo del Sistema Ambiental es el **Cálido subhúmedo Aw₂**: temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C, precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvia de verano con índice de pluviosidad de Lang (P/T) mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual (Figura V-1).

CASA ALVIRA

El clima otro clima predominante en el Sistema Ambiental es el **cálido subhúmedo con lluvias en verano $Aw_1(w)$** : temperatura media anual mayor a 22° C y del mes más frío mayor a 18° C. Subhúmedo intermedio, diez veces mayor la cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, bajo porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Cociente P/T entre 43.2 y 55,3 mm/°C, con poca oscilación térmica (5 a 7°C) (Figura V-1).

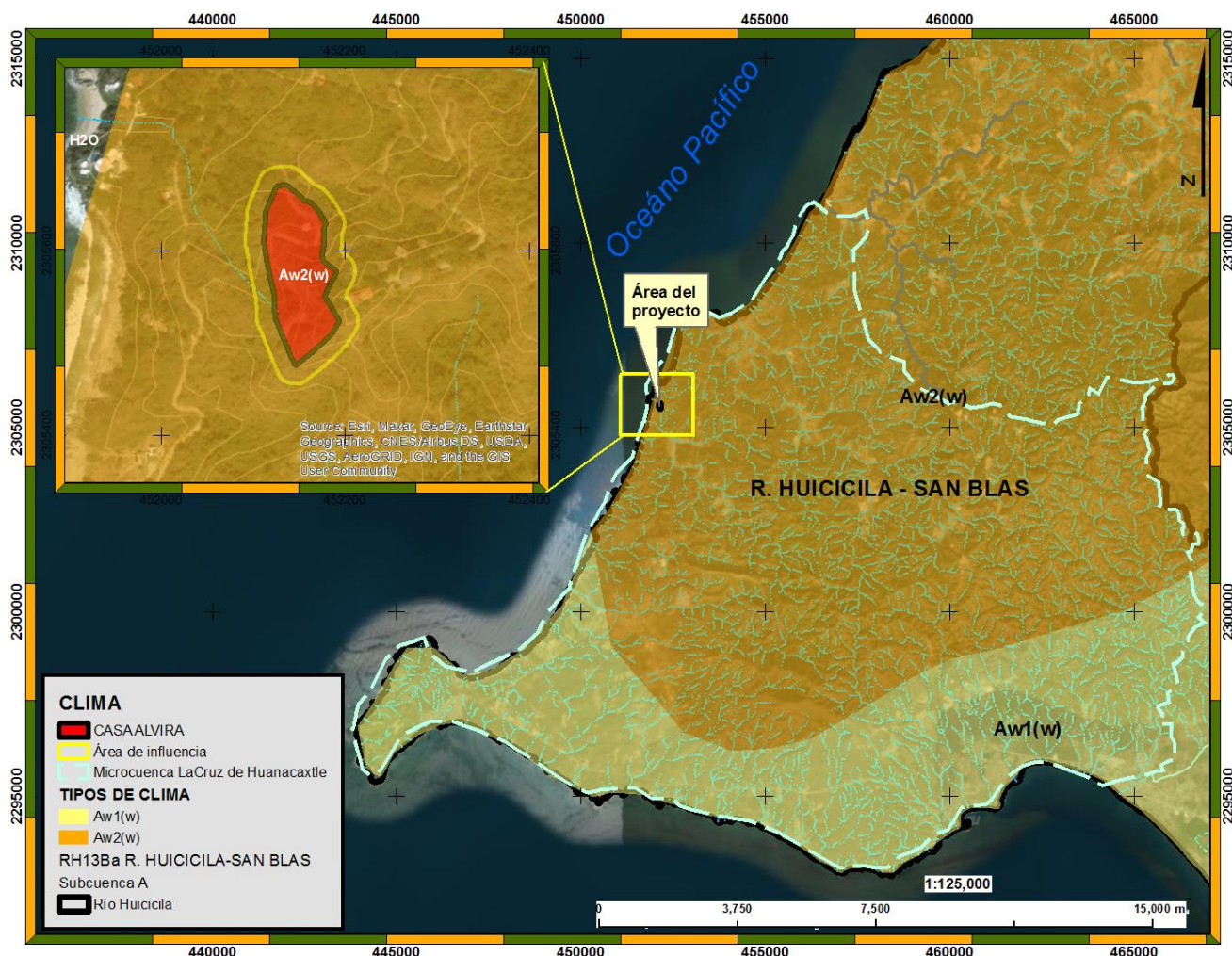


Figura V-1. Clima predominante en la unidad de análisis y predio bajo estudio

5.1.3 Temperatura

El régimen térmico presenta en general una baja intensidad en la oscilación de temperaturas medias máximas y mínimas, a lo largo del año. No obstante existen episodios de máximas y mínimas extremas que puntualmente inducen ondas de calor o de frío, que pueden ser muy dañinas para las actividades económicas de la región.

Las temperaturas extremas reportadas en la estación meteorológica usada para el presente estudio, se registraron, la máxima en el año 1991, y la mínima en 1997. Analizando las temperaturas máximas y

CASA ALVIRA

mínimas históricas registradas se aprecia un amplio rango de variabilidad con respecto a los valores medios (Tabla V-2).

Por su posición latitudinal, la curva anual de la temperatura media de las estaciones presenta en general solo un máximo y un mínimo; además, en toda la zona frente al litoral se tiene una influencia marina bien definida, por lo que la amplitud térmica en estos sitios sube la temperatura media por arriba de los 26° C, en tanto que la variación térmica anual es menor de 5° C. La temperatura disminuye con la altitud, siendo las partes más altas las que registran temperaturas medias mínimas hasta de 12° C o inferiores.

Tabla V-2. Temperaturas máxima y mínima extremas en las estación meteorológica San Marcos

Estación	Temp. Máx. Ext. (°C-año)	Temp. Mín. Ext. (°C-año)	T M A (° C) 1981-2010
San Marcos	42 (1991)	6.0 (1997)	25.7

FUENTE: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=nay>

Otro factor que interviene en las condiciones de la temperatura es la moderada humedad relativa que impera en la zona durante todo el año (de 40 a 60 % en promedio sin que exista mucha variación), que funciona como un regulador que limita estrechamente las fluctuaciones térmicas extremas.

Los mínimos térmicos ocurren, durante la época invernal (enero - febrero), cuando la insolación llega a su mínimo y a menudo por la zona penetran los Vientos del Oeste y las masas de aire frío polar del norte, lo que provoca descensos de la temperatura a valores de hasta 10° C y valores extremos de menos de 0° C, que se presentan particularmente en las sierras con alturas mayores a los 800 msnm.

Al analizar los promedios de las temperaturas máximas extremas, éstas alcanzan valores hasta del orden de 40° C; esto es explicable ya que la humedad media baja, provoca poca nubosidad y se tiene una elevada radiación que puede ser incrementada con el aire caliente que sopla desde el interior del continente.

Al analizar la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, se encontró que éstas son bajas (menos de 5° C), que le dan un carácter isotermal al sur de la región. Sin embargo; analizando la oscilación térmica entre las temperaturas máximas y mínimas extremas, se observa que la oscilación llega a ser hasta de 36° C (Tabla V-2).

5.1.4 Precipitación

En las estaciones meteorológicas establecidas en las partes más altas de la región se tienen en promedio entre 80 y 85 días con precipitación apreciable registrada, mientras que en aquellas localizadas en las partes bajas dentro de los municipios de Bahía de Banderas y Compostela el promedio de días con precipitación apreciable es de 63 (SMN).

En total se obtuvieron valores de precipitación de dos estaciones meteorológicas ubicadas en las inmediaciones de la microcuenca La Cruz de Huanacastle (Tabla V-3).

Tabla V-3. Precipitación total anual (mm) registrada y promediada en las estaciones meteorológicas ubicadas en las inmediaciones de la unidad de análisis.

Estación	Las Gaviotas (18021)	Punta Mita (18074)	San José del Valle (18030)	San Marcos (18080)	Valle de Banderas
Precipitación total anual (mm)	1,591.2*	Suspendida	1,038.0*	1,056.7*	943.5**

FUENTE: <http://smn.cna.gob.mx> * Período de registro 1981-2010 ** Período de registro 1971-2000

En general, la precipitación pluvial, se concentra en promedio en los meses de verano, por ello de junio a octubre se observan las mayores concentraciones. Las precipitaciones del período superan el 60% del total anual. La zona se encuentra también expuesta a los huracanes del Pacífico que junto con las depresiones y tormentas tropicales aportan una cantidad importante de humedad a la zona.

De diciembre a mayo, de manera general se observa una baja importante en la precipitación, que disminuye con valores hasta de menos de 1 mm, aunque en promedio se mantiene entre 1 y 3 mm para todas las estaciones. En general el porcentaje de lluvia invernal registre valores inferiores en promedio al 5%.

Como es común en la mayor parte de la República Mexicana, en la microcuenca bajo estudio el régimen de lluvias es de verano, o sea que la máxima precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre. En general las lluvias son vespertinas y nocturnas, ya que están sujetas al movimiento advectivo y convectivo del aire, el cual se intensifica después de que se alcanza el caldeoamiento máximo en las horas de la tarde, provocando aguaceros y "chubascos fuertes".

Otro tipo de precipitaciones intensas ocurren a fines del verano, cuando las perturbaciones ciclónicas que se producen en el Pacífico introducen humedad, originando la formación de superficies frontales con presencia de mal tiempo durante varios días. Estas perturbaciones precipitan en la región entre 200 y 300 mm de lluvia adicional. Bajo estas condiciones, la precipitación que se tiene es en forma de tormentas y lluvias torrenciales con concentraciones hasta de 35 mm en una hora.

En general la precipitación media anual oscila entre 1000 a 1600 mm, de los cuales más del 90 % se tiene en el verano y otoño en forma de lluvias torrenciales y aguaceros fuertes de corta duración. Sin embargo en la estación San Marcos, ubicada en la localidad Lo de Marcos y con afinidad climática con el proyecto en estudio, la precipitación anual promedio es de 1,056.7 mm anuales.

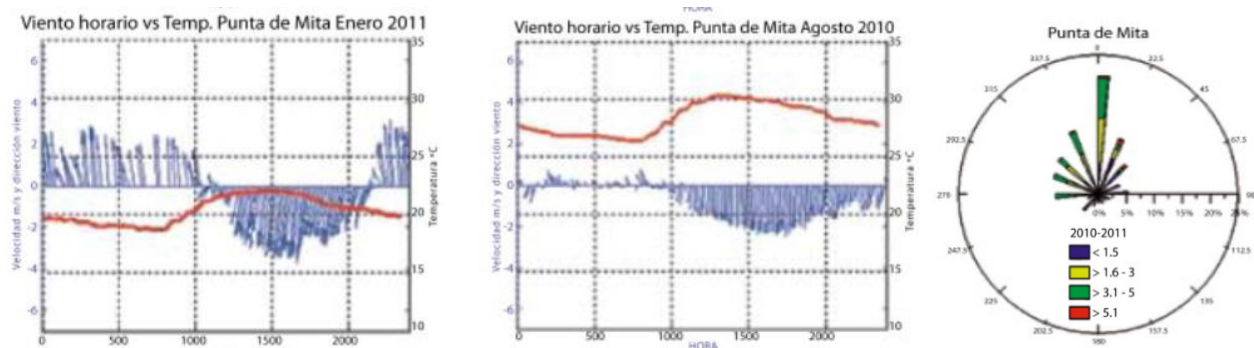
5.1.5 Vientos

Del análisis espacial y temporal del campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México) Morales *et al* (2015) encontró que la velocidad del viento en la zona costera puede oscilar entre 2 y 7 m/s, donde la brisa marina penetra de mar a tierra sin obstáculos, disminuyendo en la zona de la sierra, donde el viento se encajona y bifurca. Las velocidades máximas se presentan aproximadamente a las 15:00 hr cuando la gradiente de temperatura es mayor (Figura V-2) y el cambio de dirección del viento se presenta alrededor de las 10:00 hrs y entre las 20 y 24 hrs dependiendo de la temporada del año. La dinámica atmosférica tiene dos comportamientos muy característicos, uno húmedo-cálido de julio a octubre y otro seco y frío de diciembre a abril.

El viento característico de la zona costera es brisa de tierra y mar cuyos flujos aéreos se desencadenan por la diferencia de temperatura y presión entre la superficie terrestre y la marina a lo largo del día.

Para la estación de Punta de Mita (la más próxima al área del proyecto) se tienen registrados vientos que oscilan entre 0 y 4 m/s con máximos entre 10 hrs y 15 hrs y dirección predominante Norte (Figura V-2).

CASA ALVIRA



Fuente: Morales Hernández, J., Carrillo González, F., Cornejo López, V., Téllez López, J., & Farfán Molina, L. 2015

Figura V-2. Peinetas del comportamiento de viento-temperatura y Patrón de circulación del viento predominante. Estación Punta de Mita.

5.2 Suelos

5.2.1 Tipo de suelo

En el estado de Nayarit general el relieve es accidentado y presenta una gran variación altitudinal entre las cotas mínimas y máximas; además, la topografía juega un papel fundamental en la incidencia de humedad ya sea por la presencia de sombras orográficas o por la presencia de humedad proveniente del Océano Pacífico, que al ascender con los vientos se deposita en las partes altas de las montañas. Esto favorece las condiciones climáticas del lugar y determinan la presencia de un determinado tipo de vegetación.

La interacción de los factores antes mencionados y otros tantos asociados han propiciado a través del tiempo la formación de las diferentes unidades de suelos presentes en la región, no obstante, considerando exclusivamente la unidad de análisis, la microcuenca La Cruz de Huanacastle, las unidades de suelo predominante es el **Phaeozem**, seguido de **Leptosol**, principalmente (Figura V-3), y en menor proporción suelos de tipo Fluvisol, Regosol y Arenosol.

- **Phaeozem (PH).** Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cimentación) (IUSS Working Group WRB, 2015)¹. Se ubican principalmente en la parte norte de la microcuenca, en los alrededores de las localidades de Sayulita y San Francisco. Otra porción se localiza en el suroeste, en las inmediaciones de las localidades de Higuera Blanca, Litibú, Punta Negra y una fracción de Punta de Mita.

Dentro de los Phaeozem, a escala de subtipos, en la microcuenca predomina el **Phaeozem epiléptico**. El calificador *Léptico* (del griego *leptos*, delgado) que presenta *roca continua* o material duro que comienza a

¹ IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

CASA ALVIRA

≤ 100 cm de la superficie del suelo. En este caso, el subtipo *Epiléptico*, indica que la roca se sitúa entre 25 y 50 cm.

Se caracteriza por presentar una capa superficial oscura (horizonte A mólico), rica en materia orgánica y nutrientes (en el caso del Phaeozem háplico), resultado fundamental de la intensa actividad biológica. Son de textura media o gruesa, con estructura granular en la parte más superficial y bloques subangulares en la siguiente capa que, en conjunto con la porosidad, confieren al suelo buenas condiciones aeróbicas y por lo tanto un buen drenaje interno, lo que permite la penetración de raíces y se infiltre el exceso de agua, pero que tenga buena capacidad de retención de humedad aprovechable (INEGI, 2014)².

Su utilización con fines agrícolas es muy restringida, ya que además del relieve accidentado en que están, presentan un estrato rocoso a menos de 50 cm de profundidad.

- **Leptosol (LP).** Suelo limitado en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso (IUSS Working Group WRB, 2015). Se identifican básicamente en el sur-sureste de la microcuenca, colindando con las localidades de La Cruz de Huanacastle y Bucerías; una pequeña franja cruza toda la microcuenca por el norte de la localidad Higuera Blanca hasta llegar a la costa.

Dentro del grupo de los leptosols, el subtipo predominante es el **Leptosol mólico**. Se refiere a suelos delgados, cuyo material parental consta de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados. Se presentan en terrenos de mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Lo mejor es mantenerlos con vegetación forestal. El horizonte mólico es grueso, de color oscuro, alta saturación de bases, de moderado a alto contenido de materia orgánica y no es masivo y duro cuando está seco.

- **Regosol (RG).** Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen (IUSS Working Group WRB, 2015). Se localizan al suroeste de la microcuenca, en forma de franjas paralelas a la costa, principalmente en Punta de Mita y sus alrededores.
- **Fluvisol (FL).** Suelo caracterizado por tener una serie de capas estratificadas de sedimentos recientes de origen fluvial, marino o lacustre, por lo menos hasta una profundidad de 50 cm (IUSS Working Group WRB, 2015). Se encuentran localizados a lo largo del lecho del arroyo Carricitos, cerca del asentamiento de Pázcuar y Pascuarito, así como a lo largo del arroyo Las Piñas que desciende de la Sierra de Vallejo desde San Quintín, pasando por San Ignacio y desembocando en el Océano Pacífico en la localidad de Sayulita. Una fracción de terreno al sur de la localidad de San Francisco, a orillas del arroyo de corriente perenne formado por los escurrimientos de El Bote, Las Calabazas, Charco Hondo y El Naranjal, también tiene un suelo de tipo fluvisol.
- **Arenosol (AR).** Suelo de textura predominantemente arenosa, hasta una profundidad de por lo menos 100 cm (IUSS Working Group WRB, 2015). Se ubican principalmente sobre todo el litoral costero de la microcuenca.

² INEGI 2014. Guía para la interpretación de cartografía: edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

CASA ALVIRA

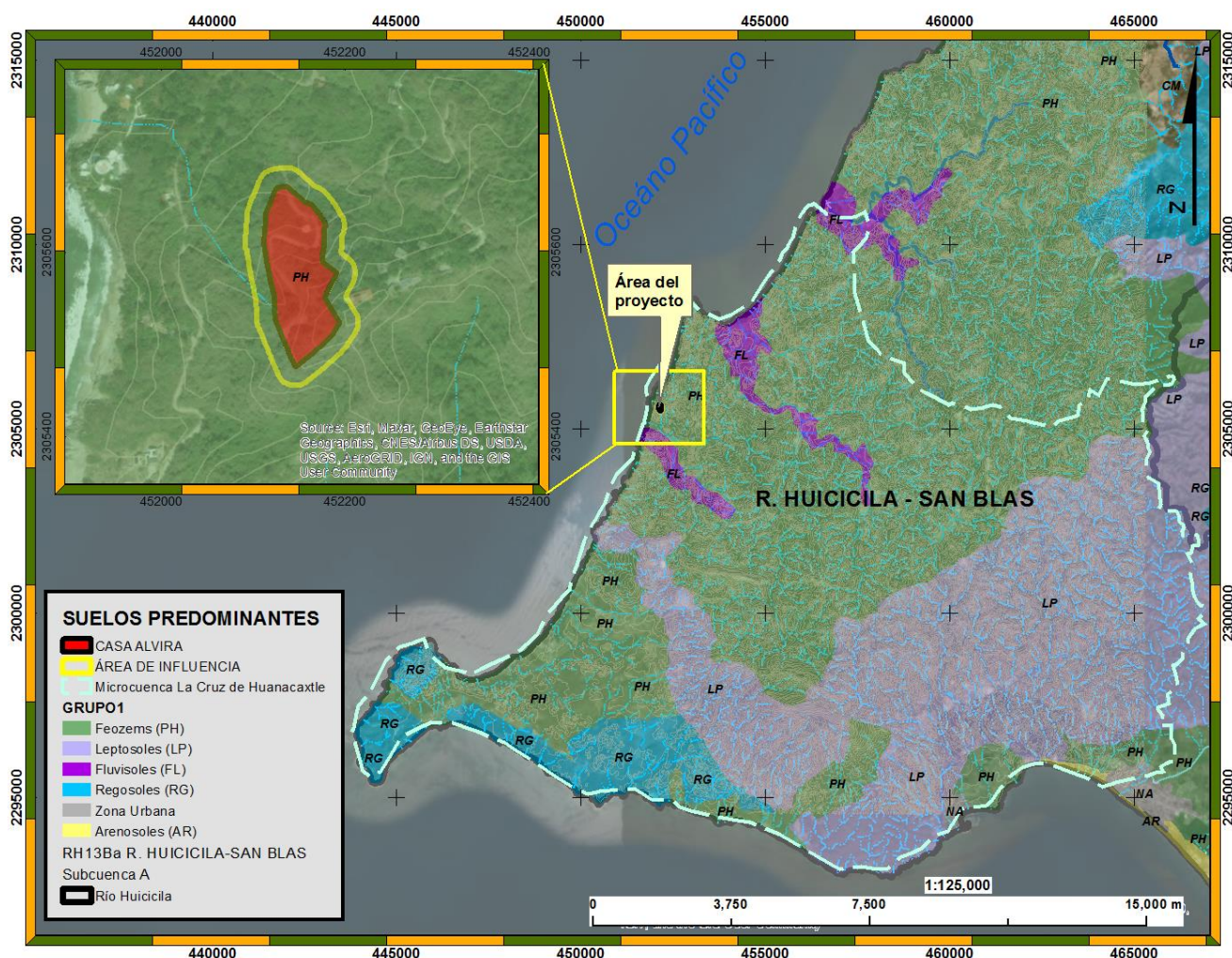


Figura V-3. Tipo de suelo predominante en la unidad de análisis ambiental.

5.2.2 Grado de susceptibilidad a la erosión, estimación de la erosión real y factores que la originan

Para la estimación de las pérdidas de suelo en la unidad de análisis y el predio se utilizaron los resultados derivados del estudio: Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit (2004), elaborado por el INIFAP, además de otros de elaboración propia³.

En dicho estudio, la estimación de la intensidad, magnitud y distribución de la erosión se fundamentó en la metodología de la FAO, la cual es una modificación principalmente de la forma de evaluar el factor erosividad en la tradicional Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, ya que ésta se basa en la intensidad de la lluvia, variable pocas veces disponible, lo que restringe su uso.

³ INIFAP. 2004. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit. Instituto Nayarita para el Desarrollo Sustentable. Nayarit, México. Inédito.

CASA ALVIRA

Según el INIFAP, para la obtención de los niveles de erosión se realizaron modificaciones a la metodología FAO, en los procesos para obtener los parámetros y las categorías sobre la intensidad del riesgo de erosión del suelo, para adaptarlos a las condiciones locales. Los procesos se implementaron a través de sistemas de información geográficos, combinando la ecuación con modelos digitales de terreno, por lo que las unidades de mapeo constituyen el eje central de la clasificación y permiten analizar la distribución del riesgo de erosión en la zona estudiada. Con este procedimiento se definieron porciones de territorio cartografiables, que poseen una estructura, una dinámica evolutiva y riesgos comunes.

Así pues, se estimaron riesgos de erosión potencial (REP) y riesgos de erosión actual (REA). El primero expresa la máxima pérdida de suelo que puede ocurrir cuando éste se encuentra sin cobertura; por tanto evalúa la intensidad de erosión factible en el suelo por efecto multiplicativo del análisis de factores físicos: clima, suelo y topografía, estimada en función de índices de erosividad, erodabilidad y el factor topográfico a través de la pendiente del suelo. El segundo, considera además, el efecto protector del uso de la tierra. Cada factor se agrupó en estratos o áreas relativamente homogéneas, a los cuales se les da una calificación o valor.

Los resultados del estudio se presentaron en diferentes mapas, aquí se presentan aquellos que ayudarán a dimensionar cuantitativamente el fenómeno de la pérdida de suelo en la unidad de análisis y el predio bajo estudio.

Erosividad

La erosividad (Ers) (capacidad de la lluvia para causar erosión) se representa como el cociente entre la sumatoria de los valores ocurridos en un año, de la precipitación acumulada promedio mensual (Pi) previamente elevada al cuadrado, dividida entre la precipitación acumulada promedio anual (Pa). Se calculó con base en la fórmula siguiente.

$$Ers = \frac{\sum_{i=1}^{12} (P_i)^2}{P}$$

Los valores de precipitación se procesaron en un sistema de información geográfica, se sometieron a procesos estadísticos y se elaboró el mapa isoerosivo correspondiente para determinar la distribución espacial de erosividad, mismo que se estratificó en cuatro categorías, de acuerdo a la Tabla V-4.

Tabla V-4. Categorías de estratificación para evaluar erosividad

Variable	Estratos de erosividad			
Índice de erosividad	0-50	50-500	500-1000	>1000
Categoría	Ligera	Moderada	Alta	Muy Alta

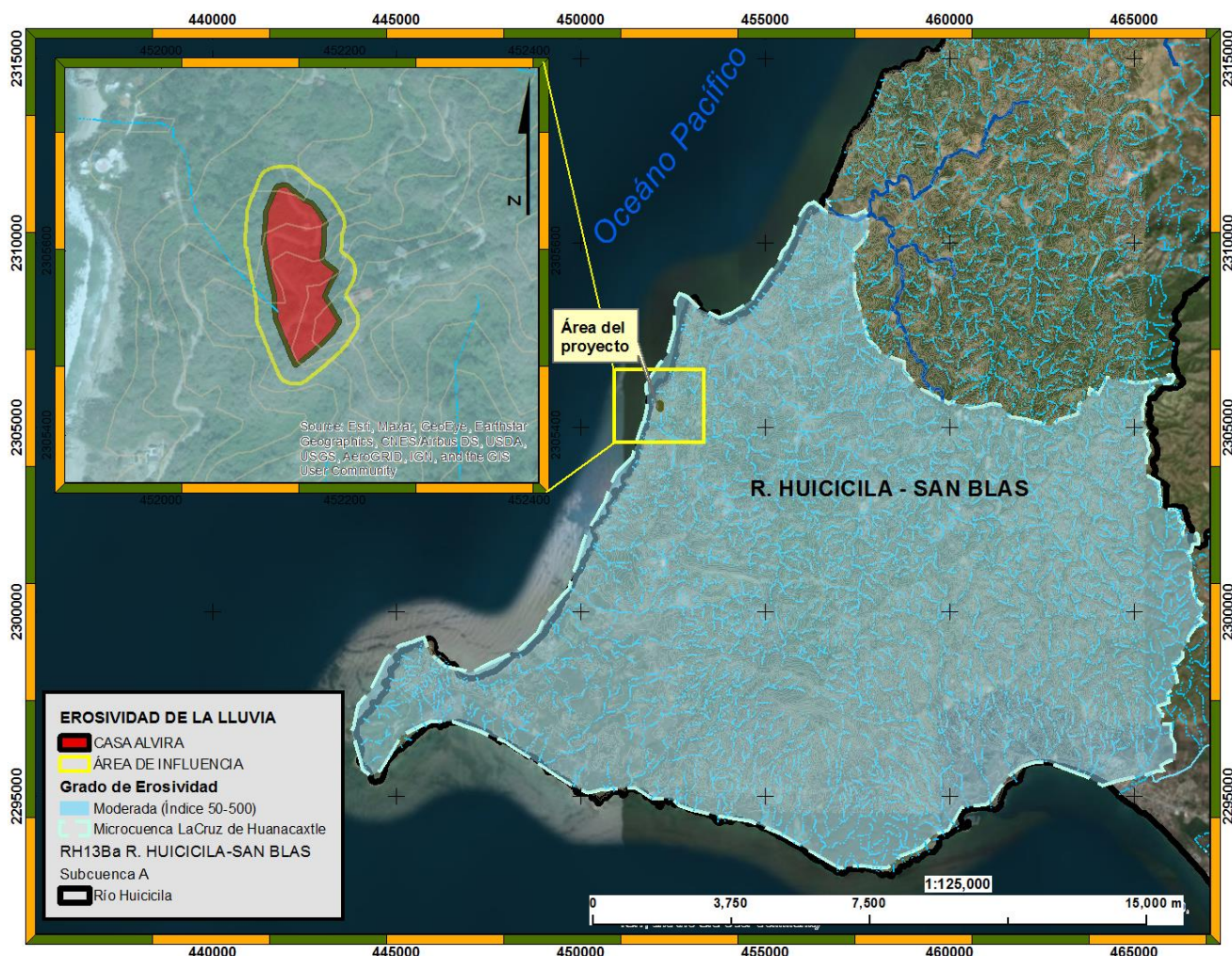
Así pues, los valores calculados, tanto para la unidad de análisis, la microcuenca La Cruz de Huanacastle, como para el predio destinado al proyecto, fue **moderada** (índice entre 50-500) en su totalidad (Figura V-4).

Erodabilidad

La erodabilidad es la propensión del suelo a la erosión por sus características inherentes. De acuerdo al estudio ya mencionado, el factor erodabilidad (Erd) o susceptibilidad del suelo a erosionarse se valoró a partir de dos variables: 1) sistema de agrupamiento de suelos en unidades o categorías de suelo y 2)

CASA ALVIRA

grupos texturales del suelo. El primero describe en cada categoría, el material parental que constituye al suelo, y algunas de las propiedades físicas y químicas que lo caracterizan, tales como contenidos de materia orgánica, permeabilidad, estructura y textura, entre otros. Los segundos, indican la proporción de las partículas fundamentales del suelo: arcilla, limo y arena.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit (INIFAP, 2004)

Figura V-4. Grado de erosividad (capacidad de la lluvia para causar erosión) en la unidad de análisis (microcuenca La Cruz de Huanacastle).

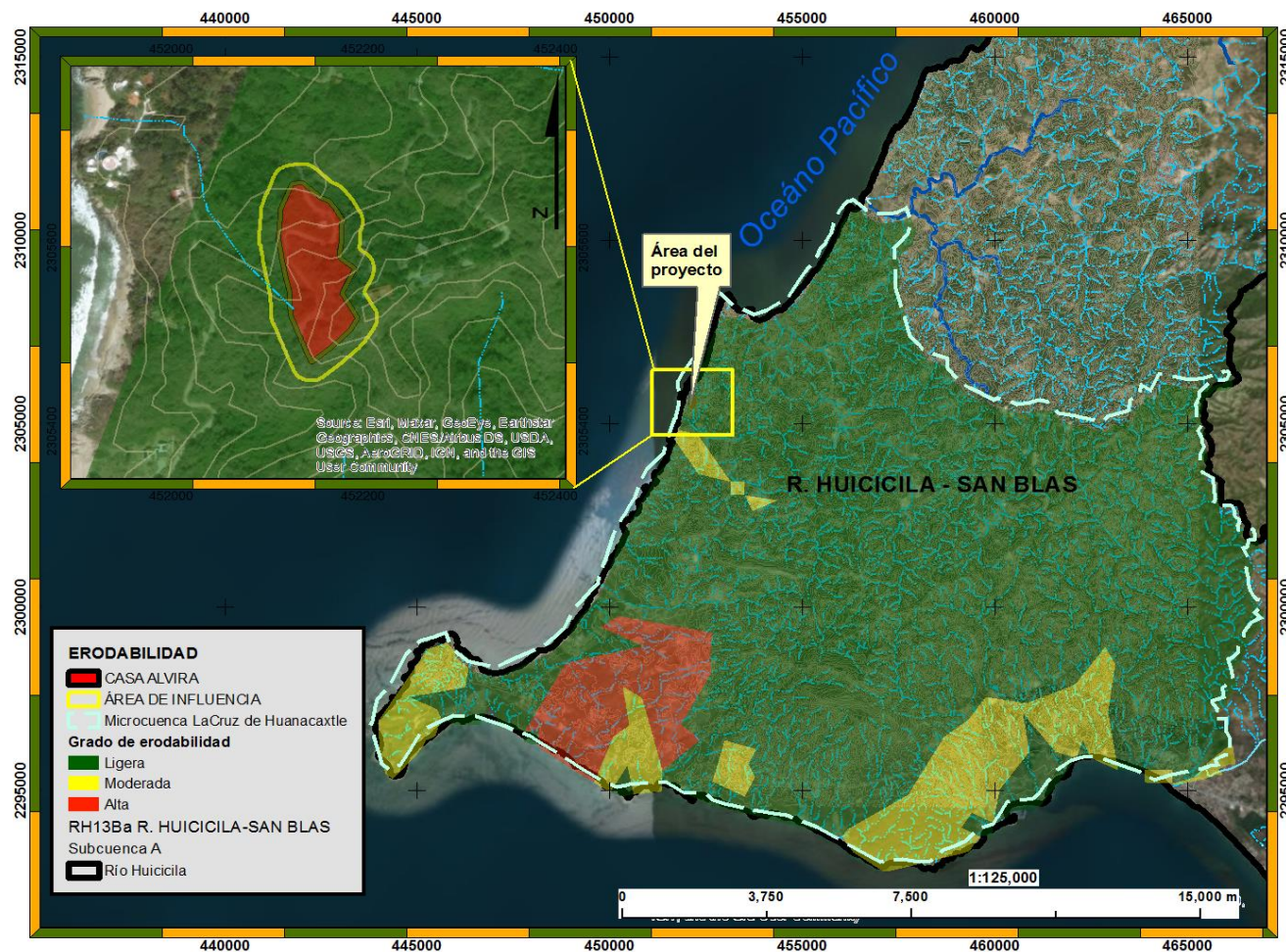
La Tabla V-5 muestra las categorías de erodabilidad que corresponden a la microcuenca La Cruz de Huanacastle, según ésta, en la mayor parte de la unidad de análisis se considera **ligera (83%)** y corresponde básicamente a los terrenos cubiertos con la selva mediana de textura mediana a gruesa; le sigue la **moderada (12%)**, en las partes cubiertas por selva baja caducifolia al pie de la sierra de Vallejo, con textura gruesa. Finalmente sigue la clase **alta (6%)**, una pequeña fracción que corresponde a terrenos cubiertos con agricultura de temporal y palmar, con textura gruesa (Figura V-5).

CASA ALVIRA

Tabla V-5. Categorías de erodabilidad en la microcuenca La Cruz de Huanacastle.

Erodabilidad	Superficie (ha)	%
Nula (cuerpo de agua)	0.00	0
Ligera	17,522	83
Moderada	2,468	12
Alta	1,203	6
Total	21,193	100

Fuente: INIFAP. 2004. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit. Instituto Nayarita para el Desarrollo Sustentable. Nayarit, México. Inédito.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit (INIFAP, 2004)

Figura V-5. Grado de erodabilidad en la unidad de análisis y predio bajo estudio

Una vez analizados todos los factores que intervienen en el fenómeno de la pérdida de suelo y modelado la interacción de dichos factores se obtuvo los mapas de 1) riesgo de erosión potencial del suelo, Figura V-6, y el 2) riesgo de erosión actual, Figura V-7.

Riesgo de erosión potencial del suelo

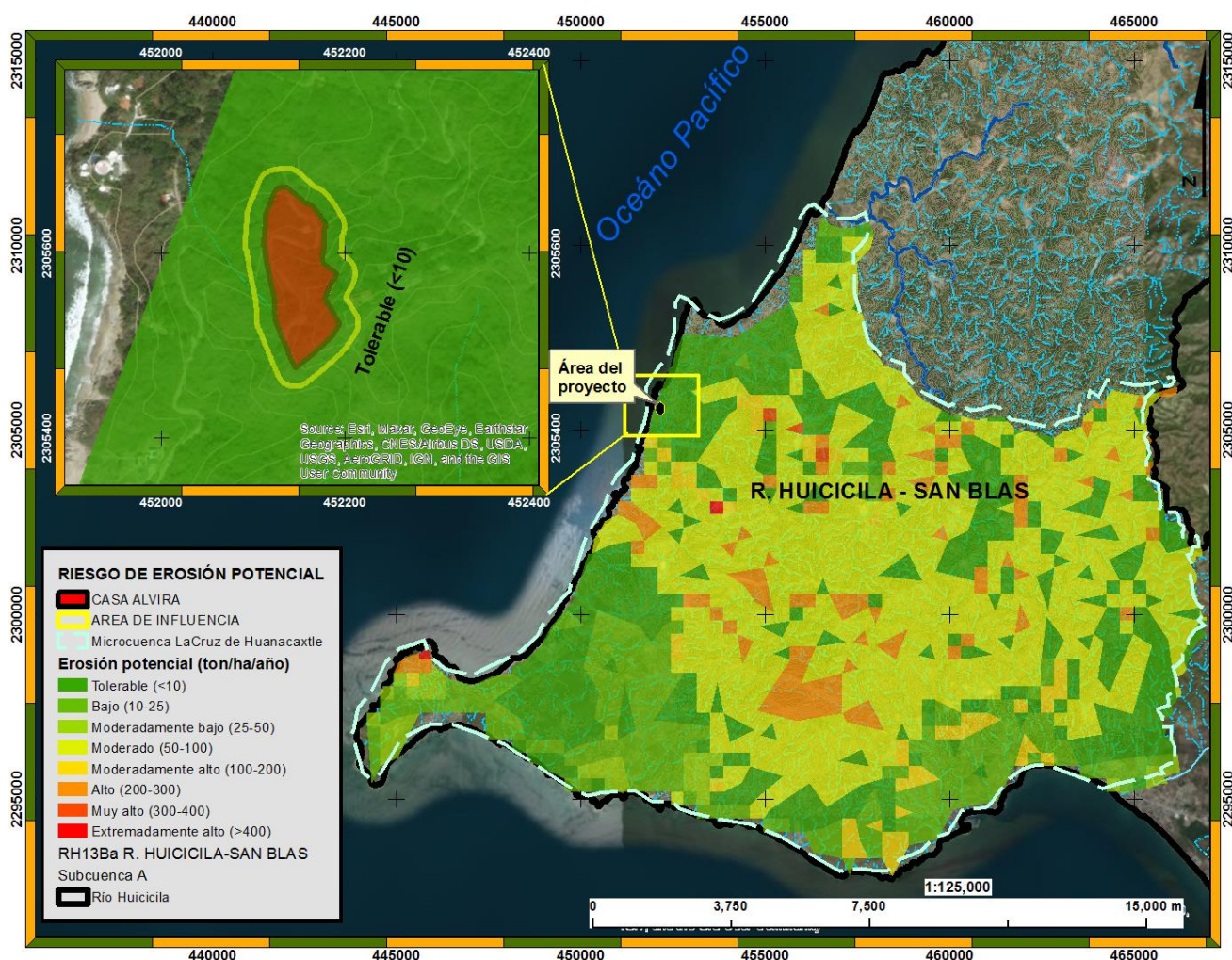
Las diferentes clases de riesgo de erosión potencial del suelo y la superficie que ocupan dentro de la unidad de análisis se muestran en la Tabla V-6 y Figura V-6.

CASA ALVIRA

Tabla V-6. Categorías del riesgo de erosión potencial del suelo en la unidad de análisis

Categoría	Toneladas/ha/año	Superficie (ha)	% Superficie total de la microcuenca
Nula (cuerpos de agua)	0	0	0
Tolerable	<10	5,659	27
Bajo	10-25	3,001	14
Moderadamente bajo	25-50	472	2
Moderado	50-100	10,084	48
Moderadamente alto	100-200	661	3
Alto	200-300	1,258	6
Muy alto	300-400	36	0
Extremadamente alto	>400	21	0
Total		21,193	100

Fuente: INIFAP. 2004. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit. Instituto Nayarita para el Desarrollo Sustentable. Nayarit, México. Inédito.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit (INIFAP, 2004)

Figura V-6. Riesgo de erosión potencial del suelo en la microcuenca

Las áreas de riesgo **tolerable** alcanzaron el 27% del territorio de la microcuenca. Corresponde a áreas con buena cobertura vegetal de selva mediana subcaducifolia; representan las pérdidas que se encuentran dentro de los márgenes tolerables de erosión, menores a 10 ton/ha/año, debido a que en ellas

CASA ALVIRA

interactúan condiciones de erosividad y erodabilidad de muy baja susceptibilidad, por lo que esencialmente registran desgastes naturales a causa de los procesos de formación y cambios del suelo.

Los **bajos** riesgos de erosión potencial se identificaron en el 14% del territorio de la unidad de análisis, pueden presentar pérdidas de suelo desde 10 a 25 ton/ha/año, debido a que son terrenos donde se cumple la condición de suelos con ondulaciones de muy suave a ligera, que alcanzan hasta 4% de inclinación, interactuando con textura media o fina, con moderada o ligera erodabilidad por tipo de suelo y con moderada o alta erosividad. Las áreas con estas características se localizan mayoritariamente al pie de la Sierra de Vallejo y en áreas cercanas a la costa.

El estrato de **moderadamente bajo** riesgo de erosión potencial que se definió en el 2% de la microcuenca, donde es factible se registren pérdidas de 25 a 50 ton/ha/año, definidas por terrenos con ligeras ondulaciones, de 2 a 4 %, en combinación con moderada o ligera erodabilidad del suelo y con moderada erosividad, se localiza de manera dispersa en la unidad de análisis.

La categoría de **moderado** riesgo de erosión potencial fue delimitado en el 48% de la superficie de la microcuenca, es decir casi la mitad, donde se estimar pérdidas entre 50 y 100 ton/ha/año debido a sus características de suelos con ondulaciones principalmente de ligeras a pronunciadas que describen pendientes desde 2 a 15 %, interactuando con ligera o moderada erodabilidad, y con moderada erosividad. Esta categoría se ubica de manera relevante en la parte más elevada de la microcuenca, en el cerro El Caloso, dentro de la Sierra de Vallejo, en áreas de selva mediana subcaducifolia posiblemente con algunos problemas de deforestación.

Las categorías **moderadamente alto** y **alto** se presentan de manera dispersa dentro de la microcuenca, ocupan el 3% y 6%, respectivamente, se aprecian que son áreas muy localizadas tal vez sujetas a problemas de deforestación y a importantes pérdidas de suelo.

Riesgo de erosión actual del suelo

La Tabla V-7 y la Figura V-7 muestran las diferentes categorías del riesgo de erosión actual en la unidad de análisis.

Tabla V-7. Categorías del riesgo de erosión actual del suelo en la unidad de análisis

Categoría	Toneladas/ha/año	Superficie (ha)	% Superficie total de la microcuenca
Nulo	0	0	0
Tolerable	<10	8,047	38
Bajo	10-25	1,120	5
Moderadamente bajo	25-50	10,028	47
Moderado	50-100	673	3
Moderadamente alto	100-200	1,303	6
Alto	200-300	14	0
Muy alto	300-400	7	0
Extremadamente alto	>400	0	0
		21,193	100

Riesgo **tolerable** de erosión actual de suelo. Los suelos de muy bajo riesgo de erosión, que actualmente pueden considerarse con pérdidas tolerables, menores a 10 ton/ha/año, se identificaron en el 38% de la

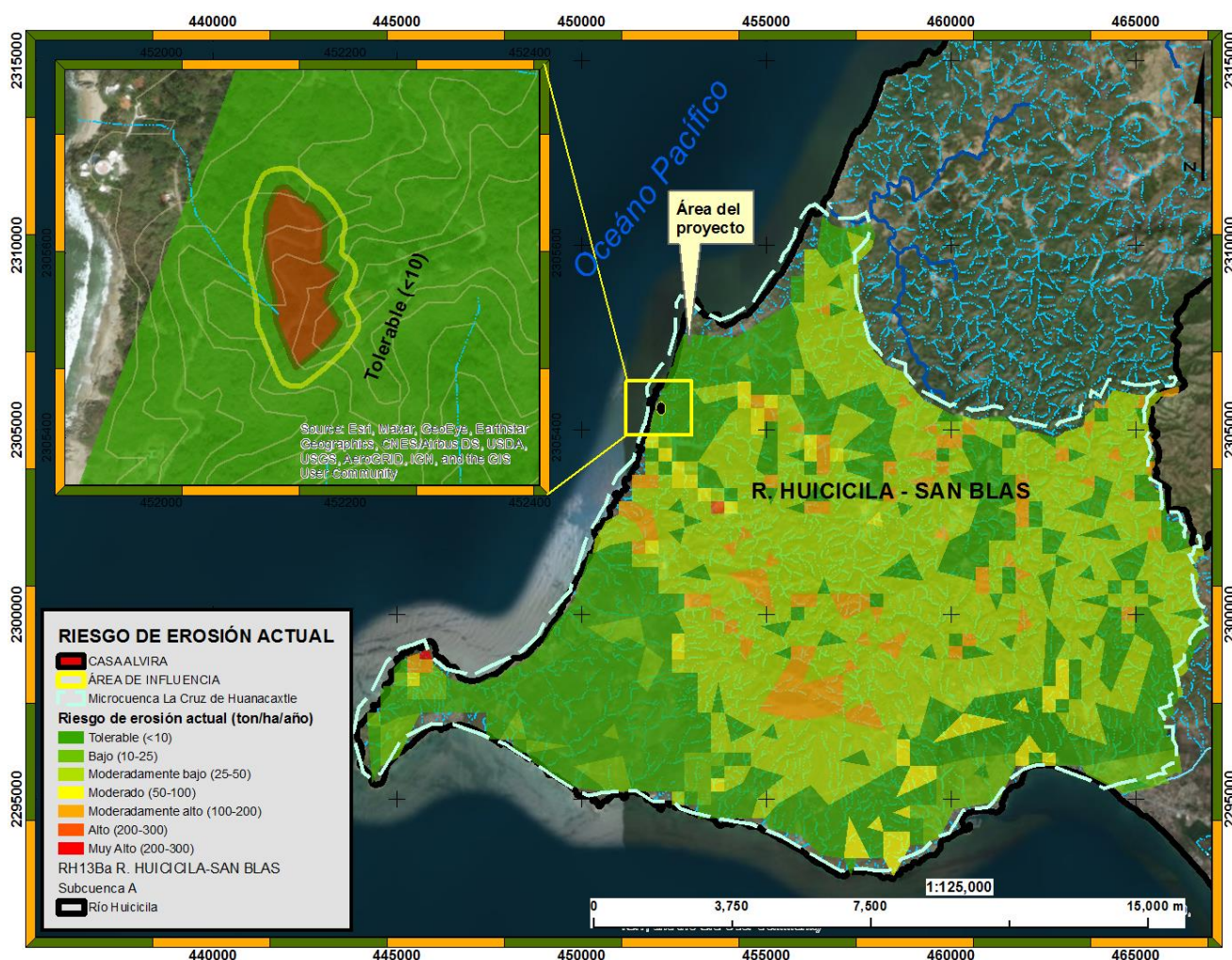
CASA ALVIRA

superficie en la unidad de análisis. Están diseminados por toda la unidad de análisis, en zonas planas y semiplanas cubiertas con algún tipo de vegetación, al pie de la Sierra de Vallejo.

Riesgo **bajo** de erosión actual del suelo. Los terrenos que presentan riesgo bajo de erosión (pérdidas de suelo que van del 10 a 25 ton/ha/año de suelo), ocupan el 5% la superficie de la unidad de análisis. Se distribuyen en las porciones planas de la microcuenca, ya sean cubiertas por pastos o zonas de agricultura de temporal.

Riesgo **moderadamente bajo** de erosión actual del suelo. Los suelos que pueden perder de 25 a 50 ton/ha/año, clasificados con riesgo de erosión actual moderadamente bajo, se ubicaron de manera dispersa en la parte más alta de la microcuenca, en la Sierra de Vallejo, en áreas con cobertura vegetal de selva mediana subcaducifolia y con pendiente moderada. Ocupan el 47% de la superficie de la unidad de análisis.

Las categorías **moderadamente** y **moderadamente alto** se presentan de manera dispersa dentro de la microcuenca, ocupan el 3% y 6%, respectivamente, se aprecian que son áreas muy localizadas tal vez sujetas a problemas de deforestación y con fuerte pendiente.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Riesgo de erosión del suelo en el estado de Nayarit (INIFAP, 2004)

Figura V-7. Riesgo de erosión actual del suelo en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle

5.2.3 Factores que intervienen en los procesos de erosión en suelos en la unidad de análisis

En un estudio sobre erosión del suelo en México se atribuye el 87 % de la erosión y desertificación al uso indebido de los recursos naturales por parte del ser humano, esencialmente en actividades agropecuarias. Muchos de estos procesos que directa o indirectamente llevan a la erosión del suelo, desencadenan su degradación biológica que implica la pérdida de materia orgánica y de la fertilidad del suelo, o bien en la degradación química por pérdida de nutrientes, contaminación y salinización, entre otros; estudios recientes citan a Nayarit dentro de las zonas afectadas por estos problemas.

Riesgos de erosión en suelos de uso agrícola

En la microcuenca La Cruz de Huanacastle, el 9% del territorio se utiliza con fines agrícolas. A continuación se mencionan los factores que originan el riesgo de erosión en este tipo de uso de suelo.

Cambio de uso del suelo. Se refiere a la apertura de nuevas áreas a la agricultura. Este proceso muy poco se presente en la unidad de análisis, en todo caso la ampliación de la infraestructura turística se está haciendo principalmente en las antiguas áreas dedicadas a la agricultura.

Labranza del suelo. Se refiere principalmente al manejo del suelo antes de establecer el cultivo y en postcosecha, cuya intensidad generalmente lo deja expuesto a la erosión. No obstante, también afectan las labores de cultivo y sobre todo el tipo de maquinaria que se utilice. Es de esperar que con el laboreo excesivo el suelo se compacte, pierda la capacidad para absorber y almacenar agua, se forme encostramiento en la superficie, fácil de desprender, arrastrando consigo materia orgánica, nutrientes y contaminantes de los productos aplicados. En la unidad de análisis este problema es muy marginal.

Uso de esquilmos. Es una práctica común en las tierras agrícolas. El uso de los esquilmos como subproductos para alimentación del ganado, entre otros, incrementa el riesgo de erosión al dejar al suelo desnudo. En Nayarit, se emplean en algunas regiones los residuos de cosechas de frijol y de maíz como forraje, dejando el suelo desprovisto de una fuente importantísima de materia orgánica.

Uso indiscriminado de insumos. La erosión se convierte en sí en una amenaza potencial para la degradación del suelo por el uso indiscriminado de insumos; dada la baja intensidad de las labores agrícolas esta práctica tampoco representa una amenaza para la erosión del suelo.

Riesgos de erosión en suelos forestales

En Nayarit, la mayoría de los terrenos (96.29 %) presentan riesgos erosivos más allá de lo tolerable; apenas cerca de media hectárea, de cada 10, que muy probable corresponden a selvas bajas, se ubican en zonas con pérdidas de suelo permisibles. Esta situación se debe principalmente a los sistemas orográficos de serranía y gradientes topográficos en la entidad.

La superficie de uso forestal dentro de la microcuenca asciende a 19,028 ha, lo que representa el 90% del territorio de la unidad de análisis.

Deforestación. En el estado está documentada la remoción total de la vegetación natural, usualmente de bosque, con propósitos de extracción de madera y para ampliar fronteras a la agricultura. Actualmente este fenómeno se presenta con menos frecuencia en la unidad de análisis.

CASA ALVIRA

Incendios forestales. Este fenómeno tampoco es un factor de deterioro ni en la unidad de análisis ni el municipio.

Construcción de infraestructura turística. En lo que concierne a la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle, el cambio de uso de suelo para el establecimiento de infraestructura turística a expensas del bosque nativo aumenta paulatinamente. Y es que la zona costera, la que presenta el mayor desarrollo turístico, inicialmente empezó a crecer a partir de terrenos antiguamente usados para fines agrícolas y pecuarios. No obstante, más recientemente, la actividad turística ha apuntado hacia nuevos mercados, particularmente al turismo de naturaleza, y con ello, el aprovechamiento de terrenos con vocación forestal.

5.3 Fisiografía y morfopedología

El área que corresponde a la microcuenca hidrológico-forestal La Cruz de Huanacaxtle se inscribe en la provincia fisiográfica *Sierra Madre del Sur*, subprovincia *Sierra de la Costa de Jalisco y Colima*, misma que se compone de los siguientes sistema de topoformas (de mayor a menor importancia, en función de la superficie que ocupan): 1) *Sierra alta compleja*, 2) *Llanura con lomeríos de piso rocoso o cementado*, 3) *Llanura costera con deltas* (Tabla V-8, Figura V-8).

Tabla V-8. Geomorfología (topoformas) en la unidad de análisis, microcuenca La Cruz de Huanacaxtle

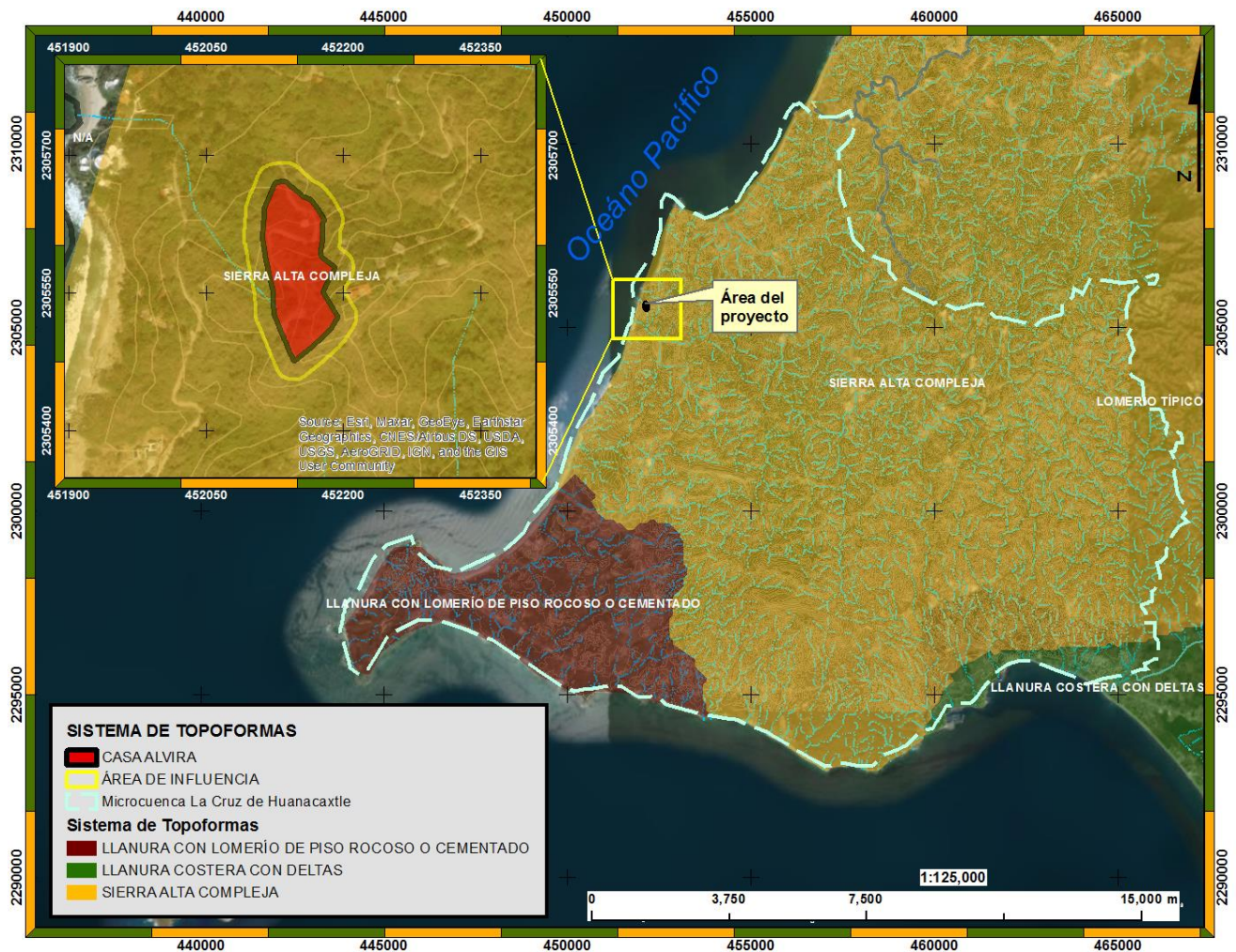
Provincia Fisiográfica	Sub-provincia	Sistemas de topoformas	Tipos de topoformas	Pendiente (%)	Formaciones superficiales	Unidades de Suelos*
Sierra Madre del Sur	Sierra de la Costa de Jalisco y Colima	Sierra alta compleja	Crestas/ Terrazas/ Cornisas/ Taludes	16-40	Depósitos de lavas intermedias y básicas con brechas y conglomerados	Suelos residuales superficiales, textura media, fertilidad media, erodabilidad alta. Hh, Be, Re.
		Llanura costera con deltas	Laderas tendidas y semiabruptas	16-40	Depósitos de lavas intermedias / conglomerados coluviales y aluviales	Suelos residuales superficiales, textura media, fertilidad media, erodabilidad alta. Hh, Be, Re.
		Llanura con lomeríos de piso rocoso o cementado	Laderas tendidas y semiabruptas	16-40	Depósitos de lavas intermedias básicas/ conglomerados coluviales y aluviales	Suelos residuales superficiales, textura media, fertilidad media, erodabilidad alta. Hh, Be, Re.

La *Sierra Madre del Sur* es el sistema montañoso más complejo del país en cuanto a su constitución litológica y a la variedad de edades de las rocas, con altitudes básicamente constantes ligeramente mayores a los 2000 msnm. Se extiende 1000 kilómetros a lo largo de la costa del Pacífico Mexicano, desde el sur de Nayarit hasta el Istmo de Tehuantepec, paralelo a la Trincherá Mesoamericana, formada

CASA ALVIRA

por el proceso de subducción de la placa tectónica de Cocos bajo la placa Norteamericana. El relieve está formado por una disección intensa que se manifiesta en altas concentraciones de corrientes fluviales y valles profundos en un clima subhúmedo (Lugo H, J. y Carlos Córdoba, 1992). Se compone de 10 subprovincias fisiográficas, entre estas la *Sierra de la Costa de Jalisco y Colima*, que es la que se ubica en el extremo norte y cuyo territorio se encuentra representado en casi el 70% por el sistema de topoformas *Sierra alta compleja*, en el que se inscribe la mayor parte de la microcuenca y también el área del proyecto.

La *Sierra alta compleja* representa el 57.50% del territorio del municipio de Bahía de Banderas (INEGI, 2009). Los relieves principales que le integran son las Sierras Vallejo y Zapotán (INEGI, 2000b). Dentro de la microcuenca, colinda al Suroeste con el sistema de topoformas "*Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado*" que constituye la punta norte de la Bahía de Banderas conocida como Punta de Mita, y al Sureste con el sistema de topoformas "*Llanura costera con deltas*" formada por el valle aluvial del Río Ameca, ilustrado parcialmente en verde en la Figura V-8.



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Nayarit. Escala 1:1 000 000. (Solta Pruna, 2001)

Figura V-8. Sistema de topoformas predominantes en la microcuenca La Cruz de Huanacastle

CASA ALVIRA

En el territorio de la microcuenca existe un relieve de plano a ondulado en la parte que corresponde a los asentamientos locales: Sayulita, Higuera Blanca, La Cruz de Huanacastle, Punta Mita, El Guamuchilito, San Quintín y San Ignacio, con altura no mayores a los 100 msnm, fuera de allí, en el resto de la unidad de análisis la topografía es irregular y se pueden encontrar elevaciones que superan los 500 msnm, como en el cerro del Caloso, ubicado en el centro de la microcuenca.

5.4 Geología

La subcuenca Río Huicicila-San Blas se ubica en la Provincia Sierra Madre del Sur, en esta provincia se desarrolló volcanismo, calcoalcalino a finales del plioceno y durante el Cuaternario; dicho volcanismo origina rocas de composición basáltica y andesítica, así como piro clásticos.

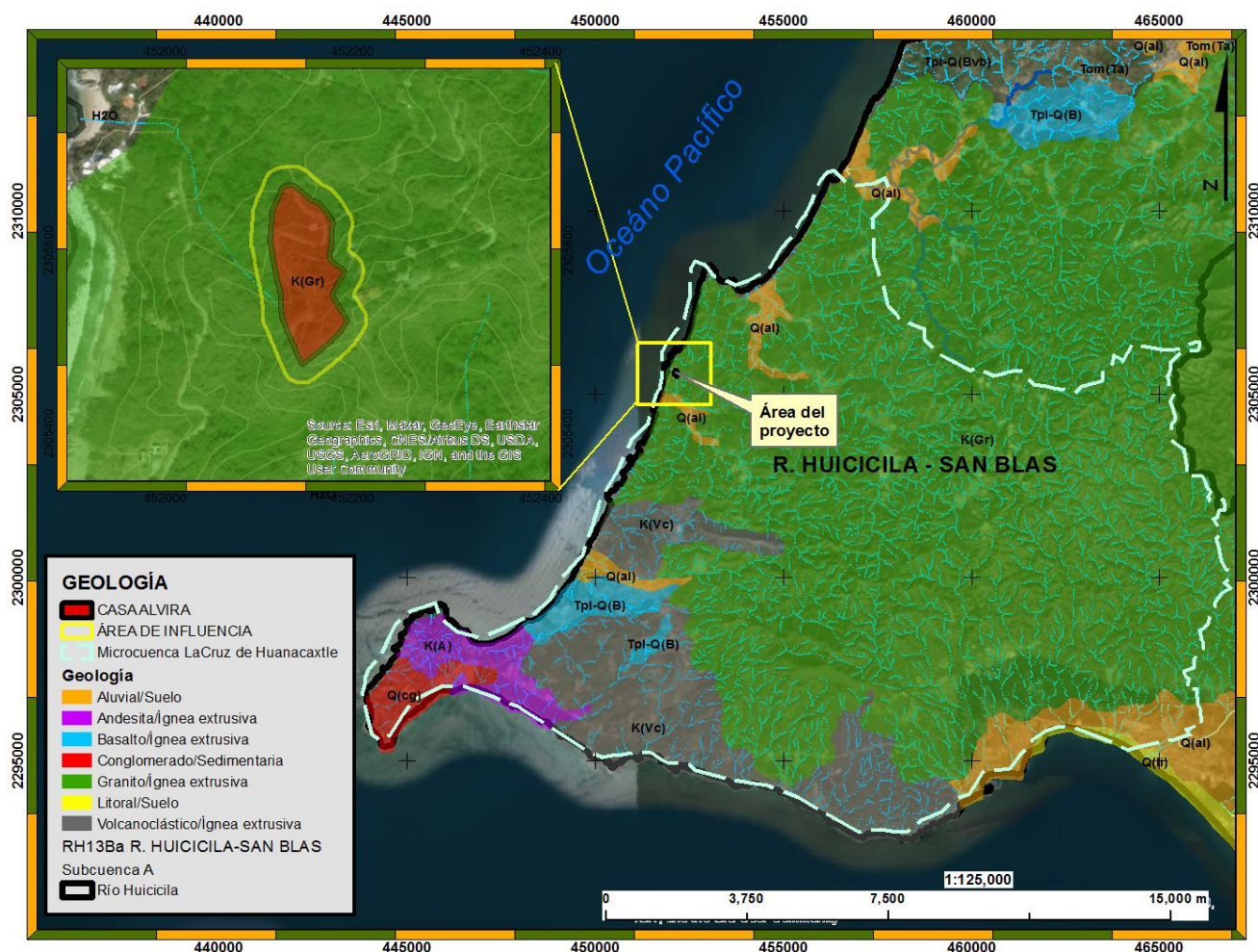
5.4.1 Estratigrafía

Las unidades estratigráficas expuestas, quedan comprendidas dentro de un rango geocronológico entre el Mesozoico y el Cenozoico. Las rocas más abundantes son las ígneas intrusivas y, en menor proporción, las sedimentarias, ígneas extrusivas y volcanosedimentaria (Tabla V-9 y Figura V-9).

Tabla V-9. Afloramientos rocosos en la unidad de análisis

Período	Tipo de roca	Roca	Clave	Sup (ha)	%
Cuaternario	Suelo	Aluvial	Q(al)	963	5
Cretácico	Roca ígnea extrusiva	Andesita	K(A)	464	2
Plioceno-Cuaternario	Roca ígnea extrusiva	Basalto	Tpl-Q(B)	384	2
Cuaternario	Roca sedimentaria	Conglomerado	Q(cg)	327	2
Cretácico	Ígnea intrusiva	Granito	K(gr)	16,004	76
Cuaternario	Suelo	Litoral	Q(li)	53	0
Cretácico	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	Vcl	2,998	14
Total				21,193	100

CASA ALVIRA



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Conjunto de datos geológicos vectoriales, Serie I, Carta F1311, escala 1:250 000 (INEGI).

Figura V-9. Geología en la unidad de análisis

5.4.2 Estratigrafía local

Estudios más recientes realizados en la zona caracterizan a la región norte de la Bahía de Banderas formada por un basamento de mármol y capas de mata-areniscas carbonatadas, intruidas por una tonalita del Cretácico Superior. Sobre el basamento se encuentra una secuencia de conglomerados de clastos graníticos y capas de areniscas sobreyacidas por un pórfido volcánico silíceo y granítico y tobas soldadas, posiblemente del Mioceno Temprano o Medio. La terraza ha sido intruida por un glabro del Mioceno Tardío y diques subparalelos de basalto. Un basalto del Mioceno Tardío emergió cubriendo la mayoría del área y localmente erupcionaron brechas volcánicas silíceas y tobas soldadas. La parte oeste del área de la terraza se sumergió en el Mioceno tardío. Los sedimentos cuaternarios consisten en depósitos de conglomerados y terrazas marinas que demuestran levantamiento reciente.

La porción Este de la Bahía de Banderas que corre desde Bucerías hasta Boca de Tomatlán, está compuesta por extensas playas arenosas que continúan del Gran Valle de Banderas. No existen fallas ni fracturas geológicas.

Litológicamente la región de estudio se caracteriza por la presencia de rocas plutónico-metamórficas, formadas por granitos y esquistos de la Sierra de Vallejo, de gran dureza y resistencia.

En cuanto a la plataforma continental, ésta se encuentra limitada por la isobata de 200 m y es de escasa superficie, debido a que en la porción norte de la bahía la Sierra Madre llega hasta la línea de la costa. La zona pelágica es de reducida extensión, lo que indica que el declive es muy acentuado y cerca de la línea de la costa se advierten zonas de gran profundidad.

Dentro de los diferentes tipos de riesgos geológicos (sismicidad, tsunamis, inundaciones y deslizamiento de laderas y suelos), los fenómenos de mayor peligro en la región son las inundaciones, los deslizamientos y los sismos.

En cuanto a las inundaciones, el diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, identifica en torno a la Bahía de Banderas una zona de peligro por inundaciones de nivel medio a alto.

Respecto de los deslizamientos, el área de estudio se ubica dentro de una zona con potencial para la generación de flujos de deslizamiento por lluvias formada por una faja del territorio de la costa del Pacífico que abarca desde Nayarit hasta Chiapas, al oeste de la Sierra Madre.

Finalmente, la región de Bahía de Banderas forma parte de una zona de alto potencial sísmico (también conocido como Gap Sísmico); aunque la sismicidad de la zona es alta, el nivel de magnitud es menor que en otras partes de la costa sur de México.

Se han identificado tres zonas sismogénicas. La primera en el área de Punta de Mita y al norte de ésta, con microsismos de profundidades entre 20 y 25 km. La segunda en la parte central y oriental de la bahía con eventos más someros, entre cinco y 11 km de profundidad. La tercera área se encuentra en la parte sur con eventos a una profundidad de entre 18 y 32 km.

5.5 Hidrología

5.5.1 Región hidrológica

Como se ha venido mencionando, la superficie objeto de la presente solicitud se encuentra comprendida dentro de la Región Hidrológica 13, Huicicila-San Blas y Cuenca B, Río Huicicila-San Blas. (Figura V-10).

La Región Hidrológica 13 se ubica en el suroeste de Nayarit y continúa en el estado de Jalisco. Está dividida en dos cuencas costeras (separadas por la desembocadura del río Ameca): B, Río Huicicila-San Blas (dentro de Nayarit) y A, Río Cuale-Pitillal (en Jalisco); esta última comprende la mayor extensión de la Bahía Banderas.

A escala predial, se encuentra ubicada en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (Código, 13-054-07-008) del Programa Nacional de Cuencas, que limita al norte con poblados como El Guamúchil y San Quintín, al sur con la comunidad de La Cruz de Huanacastle, al oeste con Higuera Blanca y Punta de Mita y al este con zonas serranas de la Sierra Vallejo. Esta microcuenca comprende una superficie total aproximada de 21,193 hectáreas ubicada entre las coordenadas extremas señaladas en la Tabla V-10.

CASA ALVIRA

Tabla V-10. Ubicación de la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle

VERTICES EXTREMOS	Coordenadas UTM WGS84 13Q		VERTICES EXTREMOS	Coordenadas UTM WGS84 13Q	
	X	Y		X	Y
Norte	456,325.575	2,311,113.693	Sur	457,016.224	2,293,041.219
Este	466,767.510	2,301,945.069	Oeste	443,788.401	2,296,724.829



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Red hidrográfica, Edición 2.0, Escala 1:50000 (INEGI, 2010).

Figura V-10. Hidrología superficial en la microcuenca y a escala predial

5.5.2 Hidrología subterránea

La microcuenca La Cruz de Huanacaxtle comprende en su totalidad el acuífero 1808 Punta de Mita (100%) y fracciones del 1806 Zacualpan-Las Varas (4.34%) y 1807 Valle de Banderas (9.90%), de la región hidrológico-administrativa VIII "Lerma-Santiago-Pacífico" de la CONAGUA (Figura V-11).

Acuífero Punta de Mita

Abarca la porción suroeste de la unidad de análisis e incluye las localidades de Punta de Mita, Punta Negra, Litibú e Higuera Blanca. Los resultados fisicoquímicos sugieren que en términos generales el agua es de moderada salinidad por lo que en cuanto a elementos mayores se refiere, básicamente no presenta problemas de calidad para uso y consumo humano. Las concentraciones de sólidos totales disueltos (STD) no superan las 800 partes por millón (ppm), por debajo de las 1000 ppm que establece la Norma Oficial Mexicana para el agua destinada al consumo humano. La mayor salinidad se presenta en los pozos costeros. Las familias de aguas que predominan son $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ y $\text{HCO}_3\text{-Mix}$; los pozos que están clasificados como $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ son los localizados en las cercanías del inicio de las partes más altas del acuífero, topográficamente hablando. Y los otros 3 pozos restantes están localizados en la planicie de la península del acuífero Punta de Mita. El pozo que manifiesta contaminación difusa por intrusión salina es el IMTA 04, localizado en el predio El Banco. El análisis bacteriológico realizado, nos muestra que el 80% de las muestras analizadas tienen presencia de coliformes fecales y coliformes totales. Por lo que se recomienda clorar el agua para consumo humano. De acuerdo con la clasificación de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), el agua extraída se clasifica como de alto contenido de salinidad (C3) y bajo contenido de sodio (S1), 67% y 83% de las muestras respectivamente. Existe un sitio detectado con problemas de altos contenidos de salinidad (C3) y de sodio (S3), en el predio de Coamiles, lo que requiere de un manejo especial del suelo, que tenga un drenaje adecuado y se le agregue materia orgánica. Su disponibilidad media anual es de 1.02 hm^3 (Tabla V-11).

Acuífero Valle de Banderas

Comprende a los depósitos aluviales y fluviales del centro del valle, los cuales presentan una variada granulometría, es la unidad que cubre la mayor superficie baja de la unidad de análisis; su permeabilidad es alta, hidrogeológicamente actúa como un acuífero libre de buena potencialidad; en esta unidad se ubican la totalidad de pozos de la zona. En el acuífero se observa una predominancia de agua bicarbonatada-cálcica, en las áreas de recarga ubicadas al noroeste, norte y noreste del valle, manteniendo en general esta composición hasta la altura de la carretera Vallarta - Tepic. Dentro de esta gran área, a la altura de la brecha que une El Porvenir con la carretera antes mencionada, se presenta una zona con agua mixta (bicarbonatada - cálcica - magnésica) y diseminadas en el área existen pequeñas porciones con agua clorurada - cálcica. Hacia la línea costera, existen áreas con predominancia del catión sodio y variando el anión principal entre bicarbonato, sulfato y cloruro. Su disponibilidad media anual es de 9.14 hm^3 (Tabla V-11).

Acuífero Zacualpan-Las Varas

Comprende una porción de la microcuenca La Cruz de Huanacastle, al norte de ésta. La profundidad del nivel estático de agua permanece en la mayor parte del valle a profundidades someras, con excepción de aquellas áreas en las que se ha concentrado la explotación del acuífero. El flujo subterráneo sigue una dirección natural hacia el mar. El tipo de agua que predomina, de acuerdo a los aniones y cationes presentes, es la bicarbonatada-cálcica, además de forma diseminada, existen pequeñas áreas con agua clorurada-cálcica, y hacia la línea costera existen áreas con predominancia del catión sodio y variando el anión entre bicarbonato, sulfato y cloruro. Su disponibilidad media anual es de 14.03 hm^3 (Tabla V-11).

CASA ALVIRA

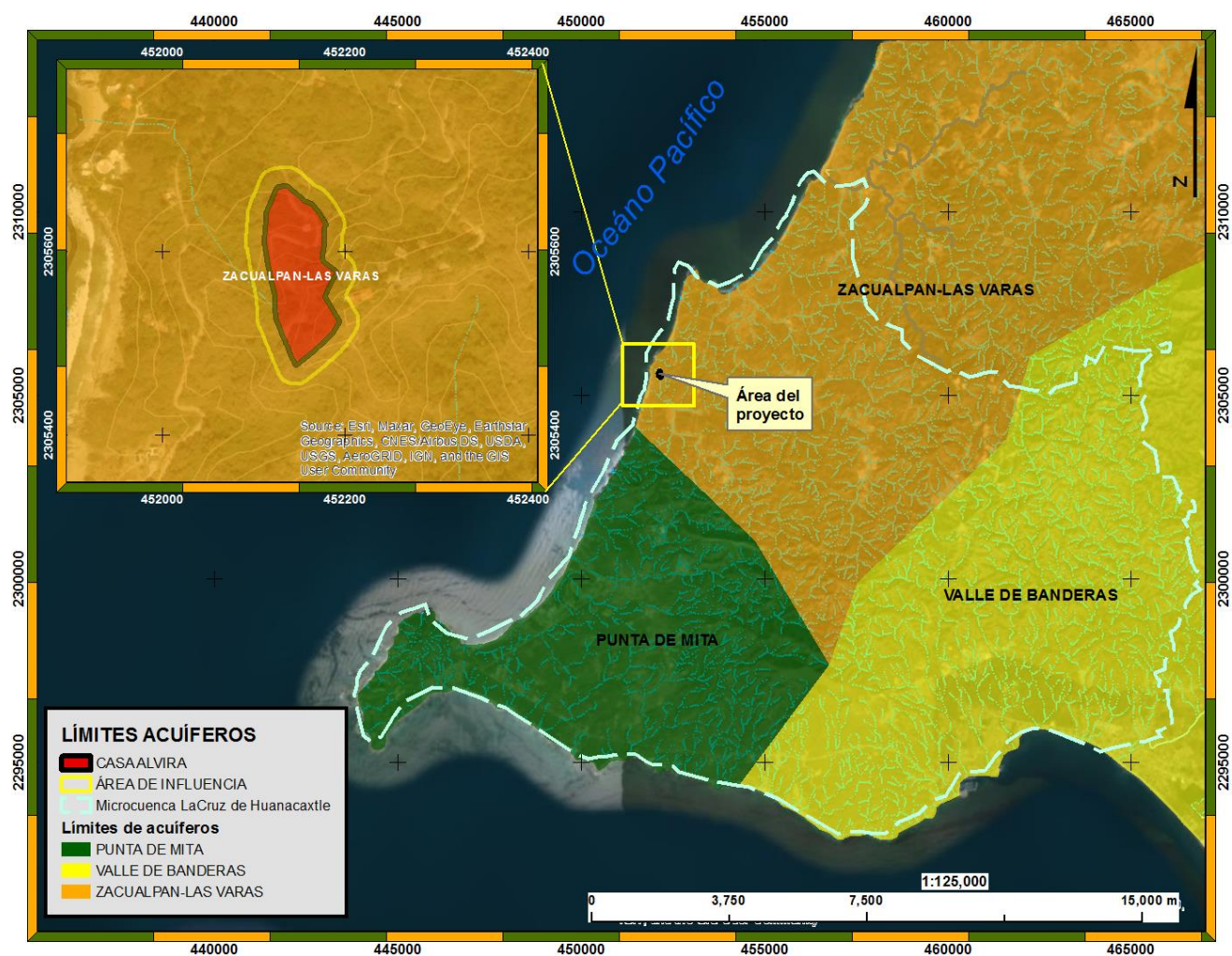


Figura V-11. Extensión de los acuíferos presente en la unidad de análisis

Disponibilidad de agua

La Tabla V-11 muestra la disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos Zacualpan-Las Varas, Valle de Banderas y Punta de Mita, actualizados al 04 de enero de 2018.

CASA ALVIRA

Tabla V-11. Disponibilidad media anual de agua subterránea. Acuífero de Zacualpan-Las Varas, Valle de Banderas y Punta de Mita.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VIII "LERMA-SANTIAGO-PACIFICO"								
Clave	Nombre del Acuífero	Sobreexplotado	Intrusión	Salinización	Recarga	Extracción	Disponibilidad	Área (km²)
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES (hm³)						
1806	ZACUALPAN-LAS VARAS	NO	NO	NO	74.20	21.67	14.03	1,363.06
1807	VALLE DE BANDERAS	NO	NO	NO	86.50	60.36	9.14	1,178.88
1808	PUNTA DE MITA	NO	NO	NO	4.30	3.28	1.02	58.38

FUENTE: Detalle de los acuíferos de México 2020. Sistema Nacional de Información del Agua. CONAGUA. Subdirección General Técnica.

5.5.3 Hidrología superficial

En la unidad de análisis ambiental predominan los valles ramificados con lomeríos en la parte situada junto a la costa, al Noroeste de la microcuenca; al sur de ésta, también existen lomeríos con algunas llanuras costeras, justo al pie de la Sierra de Vallejo; más tierra adentro, en la parte central de la unidad de análisis, el terreno es más escarpado y las cotas superan los 400 msnm (cima del cerro El Caloso). Un poco más pegado a la costa, al pie de la Sierra de Vallejo, el terreno es ondulado y las cotas van de los 200 a los 300 msnm. La costa tiene terrenos más o menos planos. No existen cuerpos de agua importantes en la microcuenca, todos los escurrimientos que descienden de la Sierra de Vallejo son de tipo intermitente, aunque en época de lluvias pueden drenar una importante cantidad de agua. La microcuenca es exorreica, esto es, todos sus escurrimientos desembocan en el mar.

La conformación del terreno arriba expuesta da lugar a la proliferación de escurrimientos superficiales de tipo instantáneo. La red de drenaje es densa pero los afluentes son corta longitud y de bajo orden, tan es así que a escala local no logran formar corrientes perennes.

Volumen anual de escurrimiento natural en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle

A escala local no existen cuerpos de agua de importancia, toda vez que todos los escurrimientos registrados en la microcuenca son de tipo intermitente.

Los datos para el cálculo de los parámetros que determinan los escurrimientos superficiales se procesaron de acuerdo a la metodología establecida en el NOM-011-CONAGUA-2015, *Conservación del recurso suelo – que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*⁴.

⁴ Norma Oficial Mexicana 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.

CASA ALVIRA

A falta de información de registros hidrométricos en la unidad de análisis el volumen medio anual de escurrimiento se determinó mediante el llamado método indirecto de denominado precipitación-escurrimiento.

Tomando como base la NOM-011-CONAGUA-2015, el volumen medio anual de escurrimiento natural en la unidad de análisis se determinó indirectamente mediante la siguiente expresión:

VOLUMEN ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL = (m ³)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA * (1.0567 m)	ÁREA DE LA CUENCA * (211,930,000.00 m ²)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (0.0584)
---	---	---	---

Volumen anual de escurrimiento natural en la microcuenca La Cruz de Huanacastle = 13'088,642.10 m³

Nota: Debido a que el valor de ponderado de K para la unidad de análisis fue de 0.1449 (ver Tabla V-13 y Figura V-12), el Coeficiente de escurrimiento anual se ajustó usando la formula $Ce = K*(P-250)/2000$, dando como dato final: 0.0584.

La precipitación media anual de la microcuenca se obtuvo de los registros meteorológicos de la estación meteorológica San Marcos, ubicada en la localidad Lo de Marcos, Bahía de Banderas, Nayarit (Tabla V-3). Se utilizó este dato porque dicha estación es la más cercana al área del proyecto y además posee gran similitud en términos físicos y biológicos. El área de la microcuenca La Cruz de Huanacastle se determinó mediante el uso de sistemas de información geográfica. El coeficiente de escurrimiento (K) se obtuvo mediante la sobreposición de las capas en formato vectorial *uso de suelo y edafología*. Una vez generado el nuevo mapa, se utilizó la Tabla V-12 para obtener el valor de K para cada combinación de suelo y tipo de cobertura vegetal. Al final se obtuvo el valor de K ponderado para toda la microcuenca en función de la superficie ocupada por zonas homogéneas (Tabla V-13). Los diferentes valores obtenidos en la microcuenca La Cruz de Huanacastle se muestran en la Figura V-12.

CASA ALVIRA

Tabla V-12. Valor de K (NOM-011-CONAGUA-2015)

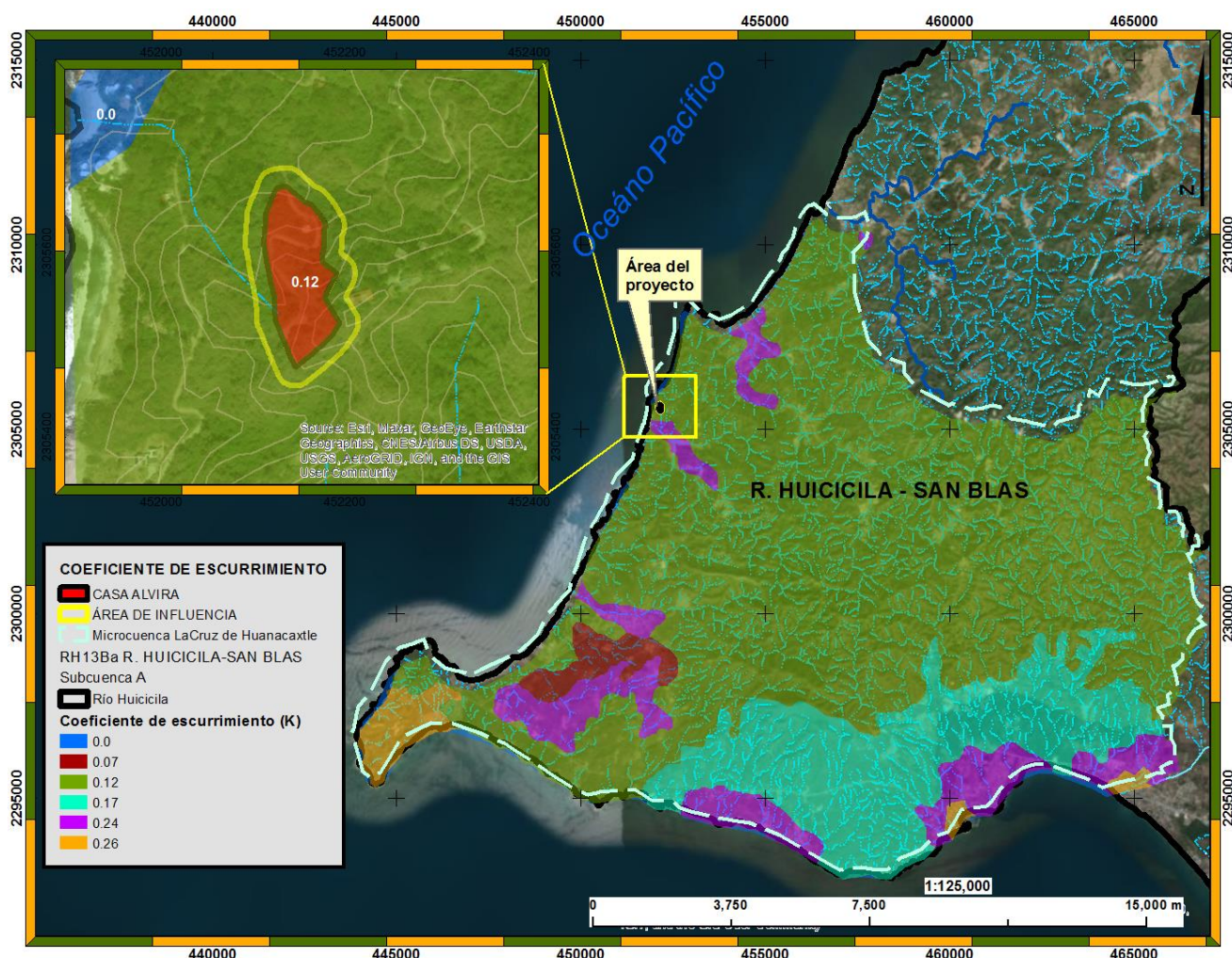
TABLA 1 VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO

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

Tabla V-13. Valor estimado de K en la unidad de análisis

	Valor de K	Superficie (ha)	% Superficie total	Valor de K ponderado
Agua	0.24	974	4.60	0.0110
Pastizal cultivado	0.24	101	0.48	0.0011
Pastizal inducido	0.24	10	0.05	0.0001
Selva baja caducifolia	0.17	3,506	16.54	0.0281
Selva mediana caducifolia	0.17	10	0.05	0.0001
Selva mediana caducifolia	0.12	14,936	70.48	0.0846
Palmar	0.16	100	0.47	0.0008
Sin vegetación aparente	0.26	780	3.68	0.0096
Zona urbana	0.26	776	3.68	0.0095
GRAN TOTAL		21193	100.00	0.1449

CASA ALVIRA



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Elaboración propia.

Figura V-12. Valor de K en la unidad de análisis

De acuerdo a la tonalidad que se observa en la Figura V-12 se pueden distinguir tres grandes clases de combinaciones del tipo de suelo y vegetación (valor de K): i) i) al centro y norte de la microcuenca, en las partes más altas de la unidad de análisis, porciones correspondiente a la Sierra de Vallejo, un área cubierta de selva mediana subcaducifolia, con valor de K de 0.12 -menos escurrimiento y mejores condiciones de cobertura, color verde-; ii) sur de la microcuenca, zona con lomeríos suaves al pie de la Sierra de Vallejo, con cobertura vegetal media, selva baja y mediana caducifolia donde el escurrimiento es medio (color turquesa); iii) zonas aisladas al sur y oeste de la microcuenca, áreas planas y semiplanas, donde predomina el uso de suelo agrícola-pecuario-forestal y zonas urbanas (coloración magenta), y por ende es muy baja la cobertura vegetal, lo que se traduce en mayores tasas de escurrimiento superficial.

5.6 Uso de suelo y vegetación

La caracterización de la vegetación en la microcuenca La Cruz de Huanacastle se hizo con base en la revisión de literatura y se complementó con los resultados del estudio florístico elaborado ex profeso. En el presente apartado se muestran los hallazgos más importantes. Para una revisión más puntual de la metodología y de los resultados obtenidos se recomienda revisar el "Estudio Técnico Justificativo predio "Casa Alvira" – Análisis Florístico", adjunto al presente documento.

5.6.1 Zona ecológica

La microcuenca La Cruz de Huanacastle y el predio bajo estudio se inscriben en la región ecológica Tropical Subhúmeda de la Zonificación Ecológica de México Escala 1:1,000,000, realizada por Toledo y Ordóñez (2009)⁵ con el financiamiento de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Figura V-13). Esta región ecológica se distribuye en el 17.5% del territorio mexicano e incluye las áreas con vegetación primaria (cubierta original) de tipo selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, selva baja espinosa, sabana y selva baja subperennifolia, clasificados por INEGI (Díaz-Maeda, 2009) de acuerdo a los trabajos de la Vegetación de México de Miranda y Hernández X. (1963) y Rzedowski (1978). Particularmente, se localiza en las partes bajas y de medianas elevaciones que constituyen la transición entre las regiones tropicales húmedas y las áridas. Las regiones dentro de esta zona ecológica presentan un clima cálido-subhúmedo con precipitaciones entre los 600 y 1500 mm anuales y temperaturas superiores a los 20 °C, y cuya época seca se extiende de 5 a 9 meses (Toledo, 1996).

⁵ Toledo, V. M. y Ma. de J. Ordóñez (2009). Zonas Ecológicas de México. Extraído de los proyectos A006 y E021: "Diagnóstico de los escenarios de la biodiversidad en México", fases 1 y 2. Escala 1:1,000,000. Centro de Ecología, UNAM. Proyecto financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. Fecha de publicación: 03 de junio de 2009.

CASA ALVIRA

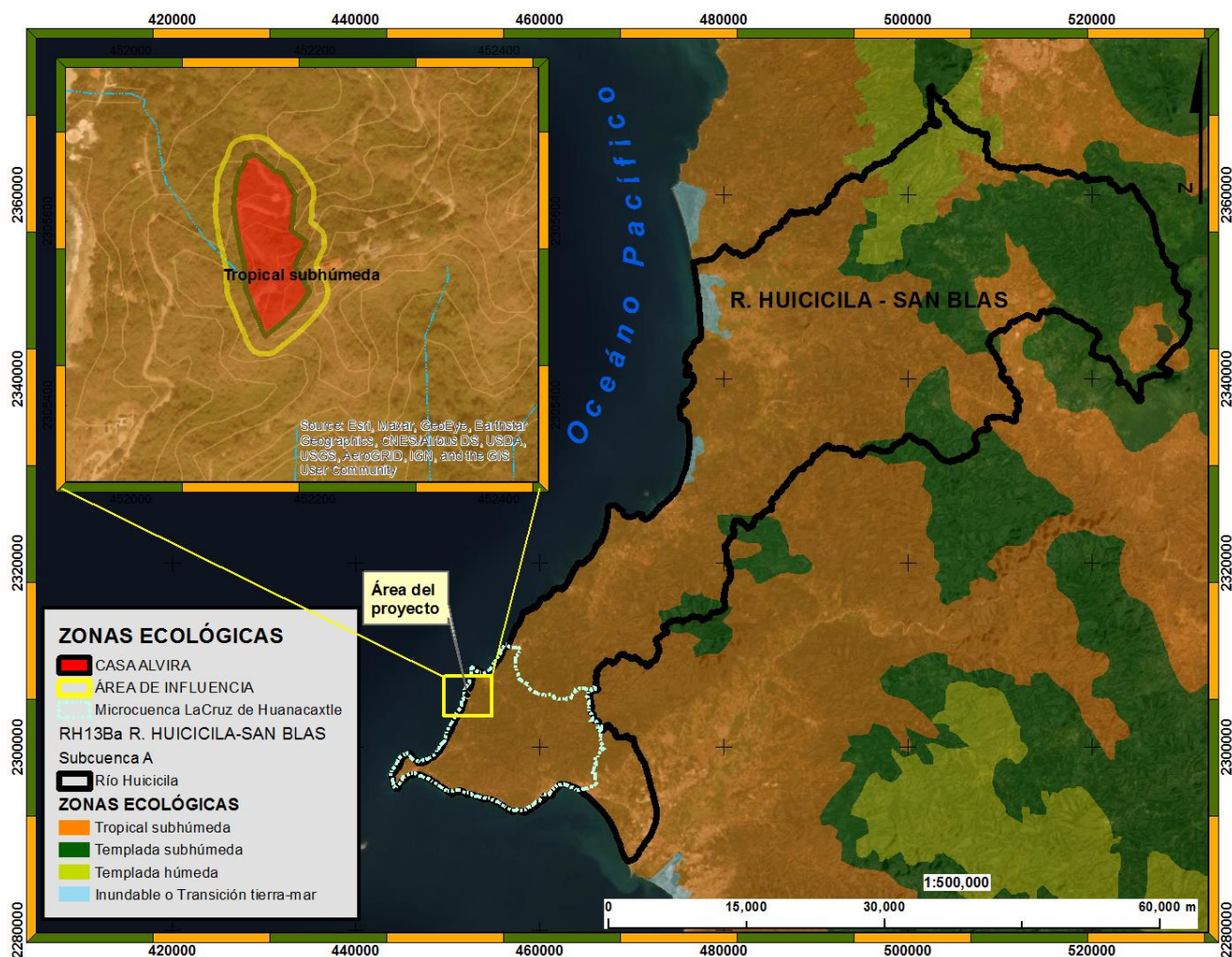


Figura V-13. Zona ecológica "Tropical Subhúmeda" donde se inscriben la microcuenca La Cruz de Huanacastle y el proyecto Casa Alvira (Toledo y Ordóñez, 2009)

5.6.2 Cobertura vegetal y uso de suelo en la microcuenca La Cruz de Huanacastle

De acuerdo a la Carta de Recursos Forestales F13C58 Punta Sayulita 1:50,000 (Conafor-Inegi, 2015), la microcuenca se integra por los siguientes tipos de vegetación y usos de suelo: a) Agrícola - pecuario, b) Selva Baja Caducifolia, c) Selva Mediana Caducifolia, d) Selva Mediana Subcaducifolia, e) Palmar natural, f) manglar, g) Sin Vegetación Aparente y h) Zona urbana y otros usos (Figura V-14).

CASA ALVIRA

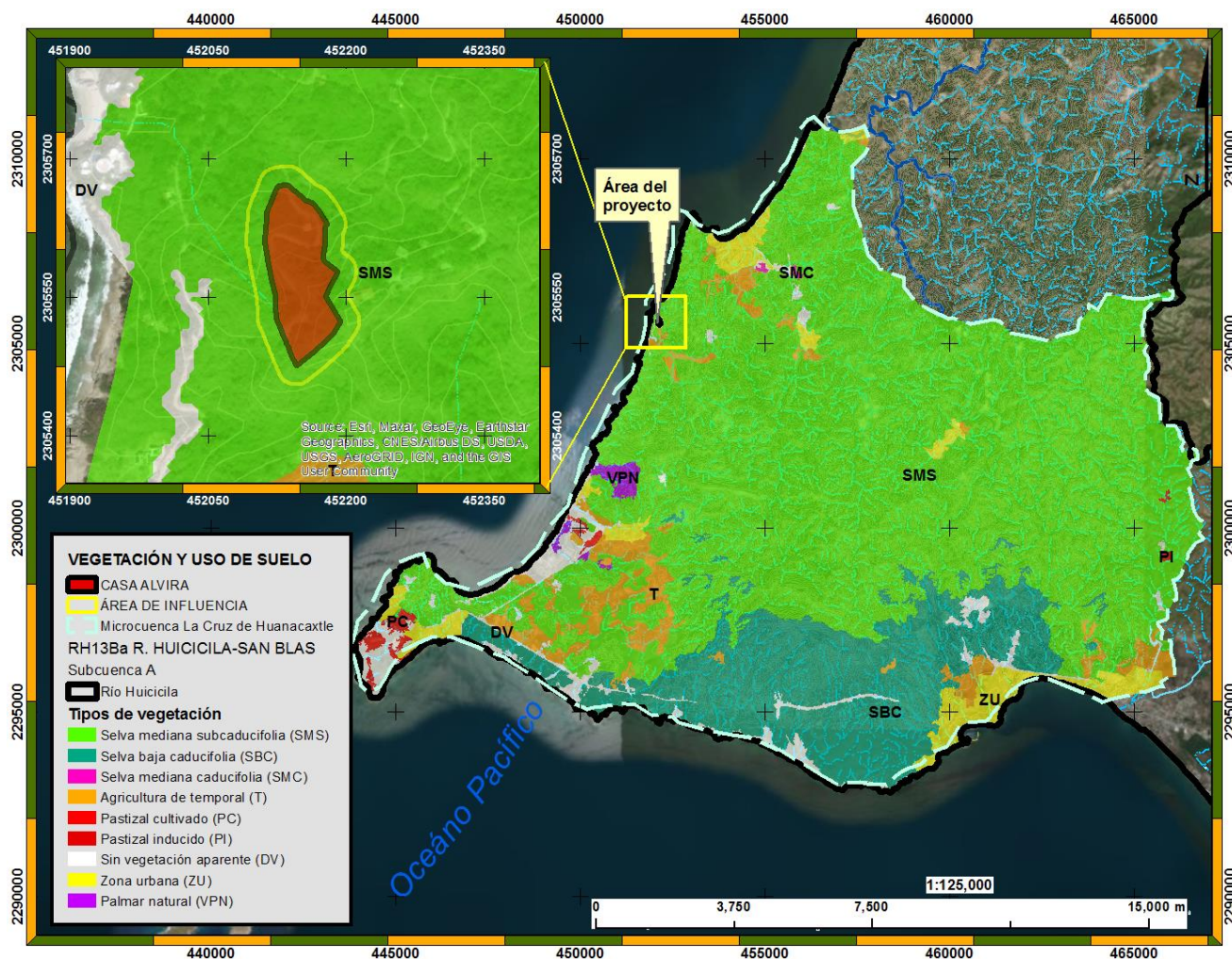


Figura V-14. Cobertura vegetal y uso del suelo en las áreas de estudio (Conafor-Inegi 2015)

Los valores de cobertura vegetal y uso de suelo de esta carta fueron obtenidos por CONAFOR-INEGI mediante la clasificación supervisada de las imágenes de satélite del año 2012 y con base en la clasificación de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 2011 del INEGI. Los insumos que utilizaron fueron: Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250 000 de INEGI en su serie V, datos de campo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos y del Inventario Estatal Forestal y de Suelos, así como de los cuerpos de agua y las áreas urbanas a partir de la carta topográfica 1:50 000 del INEGI con verificación y actualización utilizando imágenes Rapid Eye.

En ese año, el 5.11% del territorio se usaba con fines agropecuarios, particularmente agricultura de temporal, aunque en la práctica muchos de ellos se usan con fines pecuarios. Los terrenos ocupados con vegetación forestal sumaban el 87.07%, de los cuales el 70.48% correspondía a la selva mediana subcaducifolia, 16.54% a la selva baja y el 0.05% a la selva mediana caducifolia. El resto del territorio correspondía al palmar natural (0.47%). Los espacios urbanos (3.66%) y sin vegetación aparente (3.68%) ocupaban el 7.34% (Figura V-15, Tabla V-14).

CASA ALVIRA

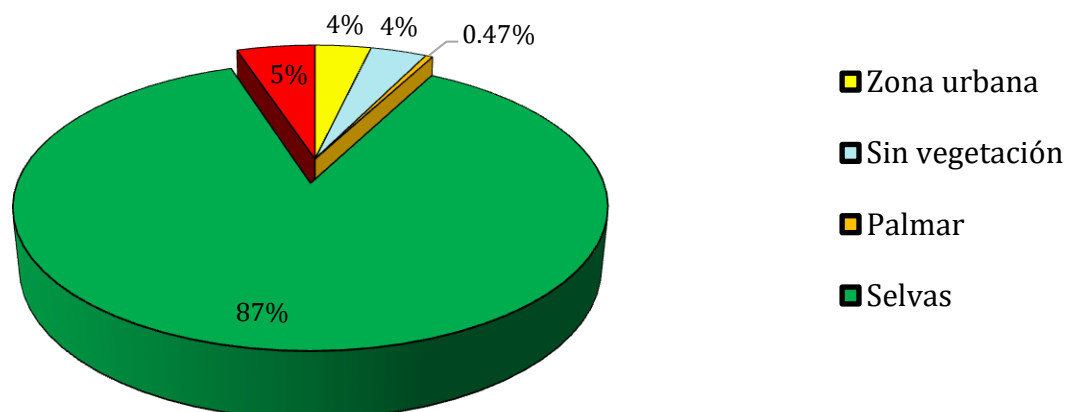


Figura V-15. Cobertura vegetal y uso del suelo en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (Conafor-Inegi 2015)

Tabla V-14. Vegetación y uso del suelo en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (Conafor-Inegi 2015)

Ocupación y aprovechamiento del territorio	Superficie (ha)	%
Agricultura de temporal	974	4.59
Pastizal cultivado	101	0.47
Pastizal inducido	10	0.05
Terrenos agropecuarios (Total)	1,084	5.11
Selva mediana caducifolia	10	0.05
Selva mediana subcaducifolia	14,936	70.48
Selva baja caducifolia	3,506	16.54
Selvas (Total)	18,453	87.07
Palmar	100	0.47
Palmar natural (Total)	100	0.47
Sin vegetación aparente	780	3.68
Zona Urbana	776	3.66
Otros usos (Total)	1,556	7.34
TOTAL	21,193	100

Terrenos agropecuarios

Los terrenos de agricultura de temporal, así como pecuarios con pastizal cultivado e inducido ocupan 1,084 ha, lo que representa el 5.11% de la unidad de análisis. Se localizan principalmente en los alrededores de la localidad Sayulita y en lomeríos pertenecientes al ejido Higuera Blanca, al suroeste de la microcuenca (Figura V-15).

Selvas

Las selvas son la vegetación forestal más importante en la microcuenca en cuanto cobertura se refiere. En conjunto abarcan el 87% de la superficie, lo que equivale a 18,453 ha (Figura V-15). Se encuentran tanto en la planicie costera como en áreas de relieve escarpado. Los tipos selváticos que se manifiestan en la

microcuenca son tres: *Selva mediana caducifolia*, la *Selva mediana subcaducifolia* y la *Selva baja caducifolia*.

Selva mediana caducifolia y Selva mediana subcaducifolia

Los elementos que integran la selva mediana caducifolia y subcaducifolia tienen mayor porte y formas más exuberantes que la selva baja caducifolia y un estrato dominante invariablemente más alto que ésta última. En este tipo de vegetación cuando menos la mitad de los árboles dejan caer sus hojas durante la temporada seca del año, pero hay muchos componentes siempre verdes y otros que sólo se defolian por un periodo muy corto. Con frecuencia se le encuentra asociada con otros tipos de comunidades vegetales, principalmente en aquellas regiones donde existen diferencias topográficas en terrenos quebrados, en donde las exposiciones del terreno juegan un papel fundamental en la presencia de condiciones microambientales que inducen un tipo de vegetación.

Se distribuye desde el centro de Sinaloa hasta la zona costera de Chiapas, presentándose en manchones discontinuos. Dentro Nayarit, se localiza en una franja que corre el estado de norte a sur y se mantiene como límite entre la planicie costera y la zona montañosa de la Sierra Madre Occidental. Entre las áreas más representativas se encuentra la Sierra de Vallejo en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas, donde –de manera extraordinaria- se eleva hasta altitudes de 1,200 m (INEGI, 2000).

Se presenta en zonas donde el clima dominante es el cálido subhúmedo con lluvias de verano, el más húmedo de los subhúmedos, con una temperatura media anual mayor a 22 °C y precipitaciones anuales de 1200 mm (condición ambiental que favorece el desarrollo de formas exuberantes y florísticamente ricas en especies vegetales) –INEGI, 2000-, con suelos oscuros muy someros con abundancia de rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Pennington y Sarukhán 2005 señalan que los suelos en condiciones de selva primaria presentan ciclos de acumulación y descomposición muy rápida de la hojarasca depositada en la época seca, con valores de pH francamente ácidos a cercanos a la neutralidad, sin llegar a 7. En el estado, se presenta en zonas con sustrato litológico de rocas ígneas extrusivas ácidas y básicas en la parte norte y rocas ígneas intrusivas con predominio de granito hacia la porción sur (INEGI, 2000).

Tiene una fisonomía un tanto compleja debido a la combinación de especies arbóreas y arbustivas, así como por la estructura en que se encuentran. Además, debido a que se dificulta hacer una separación clara entre ambos estratos debido a que sus elementos con frecuencia se entremezclan. Rzedowski y Mc Vaugh (1966) mencionan que entre los tipos de vegetación de la Nueva Galicia, el presente, es indudablemente el más exuberante y el más complejo dada su estructura y composición florística. Su fisonomía y fenología colocan a esta formación en una situación intermedia entre el bosque tropical perennifolio (selva alta perennifolia) y el bosque tropical deciduo (selva baja caducifolia), pues si bien la gran mayoría de las especies pierden sus hojas durante el periodo seco, hay muchos árboles que no se defolian totalmente y otros lo realizan por un periodo corto (a veces de sólo unas semanas).

A lo largo del territorio del estado de Nayarit, la selva mediana presenta un comportamiento similar tanto en la dominancia como en los elementos que la integran, excepto en una pequeña unidad entre los municipios de Ruíz y Rosamorada donde sus características son excelentes debido a una abundante precipitación. La dominancia del dosel tiende a distribuirse entre unas pocas especies, raramente más de cinco y con frecuencia solo una. El diámetro normal de los árboles oscila entre 30 y 80 cm, aunque puede

haber árboles con diámetros mayores a un metro. El estrato medio en esta comunidad vegetal puede estar presente o se carece totalmente de él. Los helechos y los musgos son componentes poco frecuentes de ese ecosistema debido al bajo contenido de humedad predominante. Las palmas pueden ser abundantes en el sotobosque y poco frecuentes en el dosel.

Esta comunidad de selva es densa y cerrada, comparándose su fisonomía en la época lluviosa con la de las selvas perennifolias. La altura de los árboles oscila entre 15 y 40 metros, aunque lo común es encontrarlos entre 20 y 30 metros de altura en el estrato superior. Las especies arbóreas más comunes en esta asociación son: *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Castilla elastica*, *Ceiba pentandra*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus glabrata*, *Hura polyandra*, *Hymenaea courbaril*, *Nectandra salicifolia*, *Pseudobombax ellipticum*, *Swartzia simplex*, *Cordia alliodora*, *Cordia elaeagnoides*, *Dendropanax arboreus*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia rosea*, *Inga* spp., *Attalea guacuyule* entre otras (Rzedowski, 1983; Pennington y Sarukhán, 1998).

Debido a las buenas condiciones climáticas y, por lo tanto, a la vegetación que se desarrolla, se presenta mucha actividad humana que modifica el paisaje. Como resultado de lo anterior y dependiendo del grado de disturbio, existen amplias zonas con vegetación secundaria, ya sea con fisonomía arbórea y arbustiva. El disturbio es debido a la tala, fuego y nomadismo agrícola. Además, se cultiva café para aprovechar la sombra del estrato superior, lo que genera asociaciones de la selva con la agricultura de temporal. De manera similar, se realizan actividades pecuarias bajo condiciones de relieve moderado en áreas de selva asociadas a pastizal inducido. Por último, existen selvas que aunque presentan disturbio, no es significativo para modificar su fisonomía y estructura, las cuales se manifiestan de manera discontinua a lo largo de la franja selvática del estado.

Selva baja caducifolia

Rzedowski y Mc Vaugh (1966) citado por INEGI (1999) definen a la selva baja caducifolia como la formación que incluye comunidades vegetales caracterizadas por la dominancia de especies arbóreas no espinosas, de talla más bien modesta y que pierden sus hojas por un periodo prolongado, coincidiendo con la época seca del año.

Ocupa extensiones considerables en la vertiente pacífica, especialmente en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la Sierra Madre Occidental desde Sonora hasta Colima (Pennington y Sarukhán, 2005). Su distribución en el estado de Nayarit obedece a condiciones climáticas y del relieve de manera especial, generalmente se mantiene en valles de los ríos y cañones escarpados en la zona montañosa, que incluye una porción relativamente pequeña en el municipio de Bahía de Banderas (INEGI, 2000).

Se desarrolla en zonas con temperaturas anuales superiores a 20 °C y precipitaciones promedio del orden de 800 mm hasta un máximo de 1200 mm, tolerando temporadas secas largas de siete a ocho meses, que pueden ser muy severas y generalmente acentuadas entre los meses de diciembre a mayo. Puede encontrarse desde el nivel del mar hasta los 1700 m de altitud, preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, sobre suelos bastante someros y arenosos o arcillosos con un fuerte drenaje superficial (Rzedowski y McVaugh, 1966; Pennington y Sarukhán, 1998). El sustrato geológico que caracteriza estas comunidades vegetales consta de rocas ígneas extrusivas ácidas y básicas, con suelos someros de tipo Regosol eútrico, Litosol y Feozem háplico (INEGI, 2000).

CASA ALVIRA

Presenta diversidad en su composición florística con fisonomía de subinerme. Las características fisonómicas principales de esta selva son la corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 metros y en raras ocasiones hasta 15 m) y el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas durante un periodo de 5 a 7 meses, lo que provoca un gran contraste en la fisonomía de la vegetación entre la temporada seca y la lluviosa (Pennington y Sarukhán, 2005). En los estratos medio y bajo abundan las formas arbustivas y herbáceas, así como rastreras y amacolladas, sobre todo en áreas de mayor disturbio. El dominio de ciertas especies depende de la posición geográfica que guardan, sin embargo, presentan un comportamiento similar en su composición florística (INEGI, 2000).

En el estrato superior se encuentran especies como *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Bursera simaruba*, *Casimiroa pringlei*, *Cedrela odorata*, *Chiococca alba*, *Drypetes lateriflora*, *Leucaena pulverulenta*, *Guazuma ulmifolia*, *Lysiloma acapulcense*, *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Pithecellobium flexicaule*, *Sapindus saponaria*, *Thouinia villosa* y *Wimmeria concolor*.

Dentro del estrato medio se encuentran *Acacia amentacea*, *Acacia berlandieri*, *Acacia cornigera*, *Acacia farnesiana*, *Anisacanthus wrightii*, *Annona globiflora*, *Ardisia escallonioides*, *Bauhinia mexicana*, *Callicarpa acuminata*, *Citharexylum berlandieri*, *Colubrina reclinata*, *Condalia obovata*, *Croton cortesianus*, *Croton niveus*, *Eugenia liebmanni*, *Harpalyce arborescens*, *Karwinskia humboldtiana*, *Mimosa malacophylla*, *Myrcianthes fragrans*, *Phyllanthus* sp., *Piper amalago*, *Pisonia aculeata*, *Randia laetevirens*, *Sebastiania pavoniana*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Verbesina persicifolia* y *Zanthoxylum fagara*.

Mientras que en el estrato rasante se tienen representantes de *Ayenia pusilla*, *Beloperone comosa*, *Bromelia pinguin*, *Cenchrus viridis*, *Dalea humilis*, *Dorstenia contrajerva*, *Elytraria bromoides*, *Lantana involucrata*, *Leersia hexandra*, *Malvastrum spicatum*, *Oplismenus hirtellus*, *Pilea microphylla*, *Rivina humilis*, *Ruellia* sp., *Sclerocarpus uniserialis* y *Teucrium cubense*.

Entre las plantas trepadoras existen ejemplares de *Acanthocereus pentagonus*, *Celtis iguanaea*, *Cissus sicyoides*, *Gouania lupuloides*, *Hippocratea celastroides*, *Hylocereus undatus*, *Jacquemontia* sp., *Mascagnia macroptera*, *Passiflora* sp., *Russelia syringifolia*, *Serjania* sp., *Vitis arizonica*, *Vitis berlandieri* y dentro de las epífitas se encuentran *Epidendrum radiatum*, *Hylocereus undatus*, *Oncidium* sp., *Tillandsia recurvata* y *Tillandsia schiedeana*.

Palmar natural

Se distribuyen en 100 ha dentro del territorio de la microcuenca hidrológica, que equivalen a un 0.47%. Los palmares son un grupo de comunidades vegetales similares entre sí debido a la predominancia de especies pertenecientes a la familia Arecaceae. Prosperan en su mayoría en zonas de clima cálido de húmedo a subhúmedo. Existen a lo largo de la costa y su distribución geográfica es a manera de manchones, algunas veces bastante aislados. Los suelos de los palmares son muy diversos, a menudo profundos y más o menos inundados. A veces se desarrollan sobre suelos arenosos cercanos a la costa. En el estado de Nayarit pueden medir de 15 hasta 30 m de alto y su densidad es tan grande que crea condiciones de penumbra en los niveles inferiores. *Attalea guacuyule* es el dominante absoluto y las otras especies que lo constituyen son cualitativamente poco importantes. Entre los árboles altos se mencionan *Ficus padifolia*, *Ficus glabrata*, *Ficus glaucescens*, *Ficus lentiginosa*, *Brosimum alicastrum*, *Dendropanax arboreus*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Bursera simaruba* (Rzedowski, 1983).

Sin vegetación aparente/Zona urbana

En la microcuenca La Cruz de Huanacastle el estrato “Sin vegetación aparente/Zona urbana” ocupa un total de 1,556 ha, lo que equivale al 7.34% de la superficie total. Está conformada por el territorio de las localidades y asentamientos ubicados desde Bucerías hasta La Cruz de Huanacastle, así como Punta de Mita y Sayulita, además de otras localidades menores.

5.6.3 Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación se llevó a cabo mediante trabajos de campo por cada uno de los tipos de vegetación cuya superficie se verá disminuida por la realización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales objeto del presente documento.

Considerando que la totalidad de la superficie objeto de la presente solicitud se inscribe en terrenos con vegetación tipo Selva Mediana Subcaducifolia, los trabajos de campo se concentraron en este tipo de vegetación dentro de la microcuenca La Cruz de Huanacastle. El detalle del estudio se describe en el documento anexo “Estudio Técnico Justificativo predio “Casa Alvira” – Análisis Florístico”.

5.6.3.1. Metodología

En análisis florístico se realizó a dos escalas (escala cuenca y escala predial), utilizando la misma metodología, descrita a continuación. Los resultados del estudio en la microcuenca se exponen en este apartado. Los resultados del estudio a escala predial se exponen en el capítulo VI.

Método de muestreo**Diseño de muestreo**

La vegetación se muestreó en 22 sitios de selva mediana subcaducifolia (20 sitios en la cuenca hidrológica forestal [en adelante, CHF] y 2 sitios en el predio *Casa Alvira*). El muestreo de la vegetación se realizó empleando una modificación del método de Gentry (1982). Este método ha sido ampliamente utilizado en evaluaciones de diversidad en los trópicos, ya que permite la comparación de resultados entre estudios. Cabe señalar que llevarlo a la práctica es logísticamente simple, requiere pocos insumos y se realiza en un periodo de tiempo relativamente corto.

La modificación al método de Gentry (1982) consistió en establecer 1 transecto de 50 × 5 m en cada sitio, es decir, 250 m² o 0.025 ha de muestreo por sitio. Dentro de cada transecto se establecieron unidades de muestreo secundarias para poder evaluar la vegetación en el estrato superior, medio y rasante (Figura V-16). El muestreo de la vegetación en el estrato superior consistió en el registro de todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 2.5 cm que se encontraban enraizados dentro de los 250 m² del transecto. Este estrato de la vegetación se caracteriza principalmente por la presencia de árboles (i.e. plantas perennes con tallo leñoso que se ramifica por arriba de la base, distinguiéndose un eje principal) y en menor medida por arbustos (i.e. plantas con tallos leñosos, los cuales se ramifican desde la base). Para el muestreo de la vegetación en el estrato medio se estableció un área de 5 × 2 m (i.e. 10 m²) en la esquina inferior del transecto (Figura V-16) y se registraron todos los individuos con un dap < 2.5 cm. Los individuos que se encuentran dentro de esta categoría de tamaño generalmente corresponden a especies de lianas (i.e. plantas largas, trepadoras y leñosas), arbustos, árboles pequeños derivados de la regeneración natural del bosque y árboles adultos de tallas pequeñas (e.g. especies del género *Piper*). El

CASA ALVIRA

muestreo de la vegetación en el estrato rasante se basó en el registro de todos los individuos presentes en un área de 1 × 1 m (i.e. 1 m²) ubicada en la esquina superior de cada transecto (Figura V-16). Los individuos registrados en este estrato correspondieron a especies de hierbas (i.e. plantas con tallos no lignificados como, por ejemplo, pastos y helechos) y plántulas y plantas pequeñas de los hábitos de crecimiento antes mencionados, es decir, lianas, arbustos y árboles.

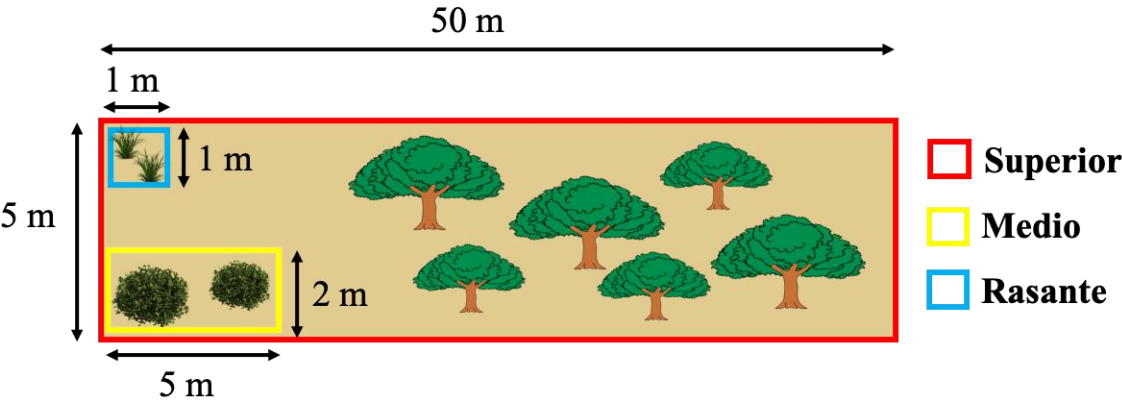


Figura V-16. Diseño esquemático del transecto para el muestreo de vegetación en cada sitio de estudio. Las unidades de muestreo secundarias son indicadas con diferentes colores. El recuadro de color rojo delimita el área de muestreo para los individuos en el estrato superior, el amarillo para los individuos en el estrato medio y el azul para los individuos en el estrato rasante. Se especifica la distribución y las medidas de cada unidad de muestreo.

A partir del muestreo en los diferentes estratos de la vegetación se obtuvo información particular que se empleó para caracterizar la composición, estructura y diversidad florística en la CHF y el predio *Casa Alvira*. Específicamente, en cada estrato registramos la riqueza, abundancia y la cobertura de las especies presentes. En el estrato superior y medio se calculó el área basal de cada especie como medida de cobertura, mientras que para el estrato rasante se usó el porcentaje de superficie ocupada por cada especie.

Ubicación y listado de transectos en la microcuenca

La ubicación y el listado de los transectos establecidos en el estudio florístico a escala de microcuenca La Cruz de Huanacastle se muestra en la Tabla V-15 y Figura V-17.

Tabla V-15. Coordenadas de los puntos “a” y “b” de las unidades de muestreo (transectos) establecidas en la microcuenca La Cruz de Huanacastle

No.	Código de transecto	Punto a		Punto b	
		Coordenadas X (UTM)	Coordenadas Y (UTM)	Coordenadas X (UTM)	Coordenadas Y (UTM)
1	CHF01	455,719	2,309,368	455,723	2,309,410
2	CHF02	455,852	2,309,446	455,807	2,309,450
3	CHF03	456,218	2,309,272	456,175	2,309,295
4	CHF04	456,205	2,309,156	456,187	2,309,192
5	CHF05	456,172	2,309,081	456,198	2,309,120
6	CHF06	456,248	2,309,121	456,231	2,309,155
7	CHF07	452,824	2,306,988	452,862	2,306,975

CASA ALVIRA

8	CHF08	452,920	2,307,015	452,882	2,307,041
9	CHF09	455,748	2,309,173	455,713	2,309,143
10	CHF10	455,625	2,309,143	455,629	2,309,188
11	CHF11	456,282	2,309,360	456,318	2,309,392
12	CHF12	456,486	2,309,466	456,524	2,309,434
13	CHF13	456,586	2,309,868	456,588	2,309,903
14	CHF14	455,591	2,308,963	455,617	2,309,003
15	CHF15	451,236	2,301,458	451,280	2,301,448
16	CHF16	453,099	2,302,918	453,137	2,302,943
17	CHF17	453,025	2,307,397	452,989	2,307,422
18	CHF18	455,273	2,308,982	455,306	2,309,019
19	CHF19	455,727	2,309,579	455,773	2,309,591
20	CHF20	455,945	2,309,530	455,952	2,309,579

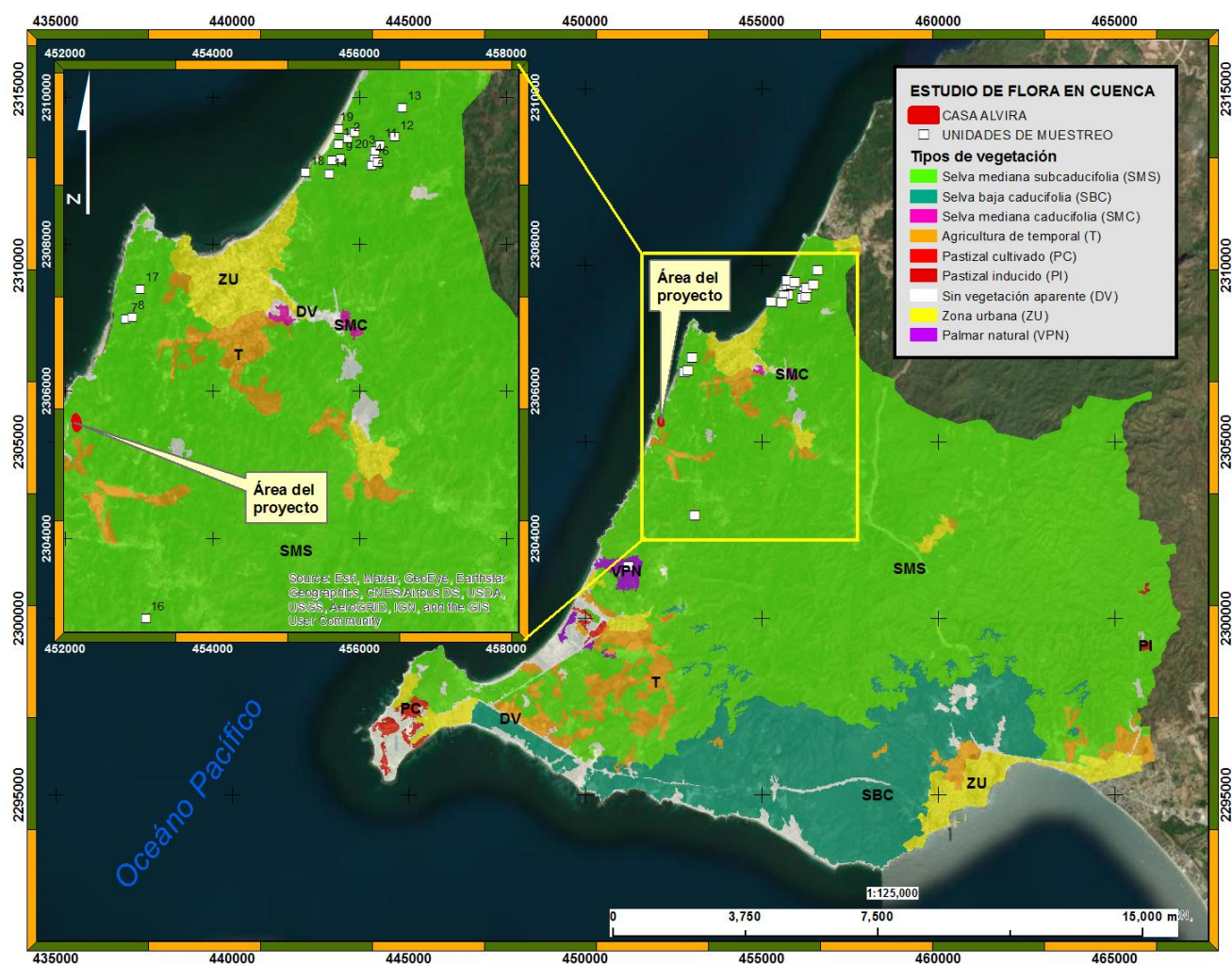


Figura V-17. Ubicación de las unidades de muestreo (transectos) en microcuenca La Cruz de Huanacastle

Reconocimiento de la identidad taxonómica de los individuos registrados

La mayoría de los individuos registrados en campo fueron identificados al nivel taxonómico de especie. Cuando la identificación taxonómica de un espécimen no se pudo llevar a cabo *in situ*, se realizó un registro fotográfico del mismo. Posteriormente, estos especímenes fueron identificados por medio del uso de claves taxonómicas especializadas. Las identificaciones realizadas fueron corroboradas con las colecciones en línea del Herbario Nacional de México (MEXU, <https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/>), Jstor Global Plants (<https://plants.jstor.org/>) y Tropicos (<https://www.tropicos.org/home>).

Análisis de la composición y estructura de la vegetación

Índice de valor de importancia (IVI)

La estructura de la vegetación en la CHF y el predio fue descrita en términos generales con base en los valores observados de riqueza y abundancia de especies. Posteriormente, para determinar la importancia estructural de cada especie en los diferentes estratos de la vegetación se usó el índice de valor de importancia (IVI). Este índice considera valores relativos de densidad (número total de individuos), frecuencia (número de puntos de muestreo donde se registró la especie/número total de puntos de muestreo) y dominancia (área ocupada por los individuos en términos de área basal o abundancia, según sea el caso) de cada especie (Curtis y McIntosh 1951; Moore y Chapman 1986). Considerando estos atributos el cálculo del IVI se realizó de la siguiente forma:

$$IVI = Densidad_i + Frecuencia_i + Dominancia_i$$

donde $Densidad_i$, $Frecuencia_i$ y $Dominancia_i$ corresponden a los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia para cada una de las especies presentes en la muestra. Cabe mencionar que el cálculo del IVI se realizó para las especies presentes en el estrato superior, medio y rasante de la CHF y del predio.

A continuación se presentan las fórmulas usadas para el cálculo.

$$Frecuencia = \text{Número de sitios de muestreo donde aparece una especie}$$

$$Frecuencia\ relativa\ (\%) = \frac{Frecuencia * 100}{\text{Número total de sitios de muestreo}}$$

$$Densidad = \text{Número de individuos por especie por estrato}$$

$$Densidad\ relativa\ (\%) = \frac{Densidad * 100}{\text{Número total de individuos}}$$

$$Dominancia = \text{Área basal (o cobertura según corresponda) de una especie}$$

$$Dominancia\ relativa\ (\%) = \frac{Dominancia * 100}{\text{Área basal (o cobertura) de todas las especies}}$$

Cálculo de la diversidad de especies

Para medir la biodiversidad a nivel de especies encontrada en los sitios de la CHF y del predio *Casa Alvira* se seleccionaron una serie de índices que por sus características permiten cumplir este propósito. Los índices seleccionados 1) han sido ampliamente usados en estudios de ecología y en evaluaciones de diversidad (Moreno 2001); 2) permiten medir diversos atributos relacionados con la diversidad biológica; 3) su cálculo se basa en información biológica ya considerada previamente, como lo son la abundancia y riqueza de especies; y 4) permiten caracterizar cuantitativamente la diversidad de especies en la CHF y el predio, lo que eventualmente puede servir de línea base para otros enfoques de estudio (e.g. conservación, manejo y aprovechamiento de las especies vegetales). Los índices empleados fueron los siguientes:

- **Riqueza de especies (S):** Se refiere al número total de especies encontrado en una muestra determinada.
- **Índice de Shannon-Wiener (H'):** El índice de Shannon-Wiener se basa en el principio de equidad y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo seleccionado aleatoriamente de una muestra (Moreno 2001). La fórmula para calcular este índice es:

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

en la fórmula p_i representa la abundancia proporcional (abundancia relativa) de la especie i en la población. Los valores obtenidos van desde 0 y el logaritmo de S . Un valor de $H' = 0$ indica que la muestra está representada por una sola especie. Un valor de H' igual al logaritmo de S indica que la comunidad es totalmente equitativa (i.e. todas las especies están representadas en la muestra por el mismo número de individuos) (Somarriba 1999; Moreno 2001; Villarreal et al. 2006).

- **Índice de Simpson (λ):** Es un índice basado en la dominancia de especies y mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie. El índice es calculado con la fórmula:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde p_i corresponde al número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos en la muestra (Moreno 2001). El índice arroja valores entre 0 y 1. Un valor de $\lambda = 1$ indica que todos los individuos de la muestra pertenecen a la misma especie. No obstante, si el valor de λ en una muestra tiende a 0, esto indica que la comunidad de especies es más diversa.

Al igual que las variables de composición y estructura de vegetación, los índices de diversidad de especies fueron calculados por estrato. Posteriormente, los resultados obtenidos se usaron para comparar la composición, estructura y diversidad florística de la CHF y el predio *Casa Alvira*.

Cálculo de la cobertura de la muestra

La cobertura de la muestra es una medida que nos permite determinar la completitud del muestreo realizado. Nosotros calculamos la cobertura de la muestra para cada uno de los sitios de muestreo usando

el estimador sugerido por Chao y Jost (2012). Este estimador se caracteriza por calcular la cobertura de la muestra con un menor sesgo, permitiéndonos hacer cálculos más robustos e inferencias más adecuadas acerca de la diversidad de las comunidades muestreadas. La fórmula empleada para calcular la cobertura de la muestra fue la siguiente:

$$C_n = 1 - \frac{f_1}{n} \left[\frac{(n-1)f_1}{(n-1)f_1 + 2f_2} \right]$$

donde f_1 y f_2 corresponden al número de especies representadas por 1 individuo (i.e. singletons) y 2 individuos (i.e. doubletons), respectivamente, y n es el número total de individuos (ver Chao y Jost 2012). Los valores de cobertura obtenidos se pueden interpretar como el porcentaje de completitud de la muestra.

Curvas de completitud de la muestra

Se realizaron curvas de completitud de la muestra para cada sitio de estudio con el propósito de visualizar gráficamente el patrón de incremento de los valores de completitud en función del incremento en el número de individuos muestreados. Al igual que el cálculo de la cobertura de la muestra, este procedimiento también es útil para determinar la validez del muestreo realizado (Chao et al. 2014). Por lo general, se ha sugerido que cuando una curva alcanza la asíntota, el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para representar a la mayoría de las especies contenidas en una muestra (Soberón y Llorente 1993).

5.6.3.2. Resultados

Diversidad total

En términos generales, en la CHF se registró un total de 858 individuos pertenecientes a 73 especies, siendo *Brosimum alicastrum* (141 individuos), *Attalea guacuyule* (100) y *Bursera simaruba* (74) las especies más abundantes. Considerando cada uno de los estratos, en el estrato superior se registraron 430 individuos de 46 especies, en el estrato medio 135 individuos de 27 especies y en el rasante 293 individuos de 30 especies.

A continuación se presenta la diversidad, composición y estructura florística de la selva mediana subcaducifolia de la microcuenca La Cruz de Huanacastle, iniciando por los listados de flora por estrato vertical (superior, medio y rasante) junto con su índice de valor de importancia (IVI), y concluyendo con los resultados de los análisis de composición y estructura.

Índice de valor de importancia

Se presentan los resultados del índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en los sitios de muestreo dentro de la CHF para cada uno de los estratos que conforman la vegetación: superior, medio y rasante.

En el estrato superior

En el estrato superior los valores de IVI indican que *Attalea guacuyule*, *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Couepia polyandra* y *Jatropha ortegae* son las especies más importantes en términos

CASA ALVIRA

estructurales. En conjunto, estas especies representan el 57% del total del IVI de la comunidad de especies en la CHF. En contraparte, las 41 especies restantes contribuyen con el 43% del total del IVI. Los valores de IVI para cada especie registrada en el estrato superior pueden revisarse en la Tabla V-16 y Figura V-18

Tabla V-16. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies del estrato superior en la microcuenca la Cruz de Huanacastle (CHF). Las especies se muestran en orden alfabético.

No.	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI (relativo)
1	<i>Aphananthe monoica</i>	2.22	2.33	0.931	1.8
2	Asteraceae 1	0.74	0.23	0.004	0.3
3	<i>Attalea guacuyule</i>	8.89	8.84	29.337	15.7
4	<i>Bauhinia divaricata</i>	2.22	1.16	0.354	1.2
5	<i>Bourreria superba</i>	2.96	1.86	0.217	1.7
6	<i>Brosimum alicastrum</i>	6.67	17.91	19.643	14.7
7	<i>Bursera simaruba</i>	11.85	16.98	16.866	15.2
8	<i>Cascabela ovata</i>	2.22	1.4	0.084	1.2
9	<i>Casearia arguta</i>	0.74	1.86	0.122	0.9
10	<i>Cassia</i> sp.	0.74	1.4	0.263	0.8
11	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.74	0.23	1.09	0.7
12	<i>Celtis iguanaea</i>	1.48	0.93	0.040	0.8
13	<i>Citharexylum</i> sp.	0.74	0.23	0.014	0.3
14	<i>Coccoloba barbadensis</i>	0.74	1.86	2.034	1.5
15	<i>Couepia polyandra</i>	5.19	5.35	9.662	6.7
16	<i>Crateva tapia</i>	1.48	0.47	0.014	0.7
17	<i>Cupania dentata</i>	0.74	0.23	0.006	0.3
18	<i>Cynophalla flexuosa</i>	0.74	0.47	0.032	0.4
19	<i>Damburneya martinicensis</i>	2.22	1.16	0.073	1.2
20	<i>Eugenia acapulcensis</i>	0.74	0.23	0.004	0.3
21	<i>Eugenia capuli</i>	2.96	2.56	0.175	1.9
22	<i>Ficus cotinifolia</i>	3.7	1.63	8.431	4.6
23	<i>Ficus insipida</i>	0.74	0.23	0.077	0.4
24	<i>Ficus maxima</i>	0.74	0.23	0.102	0.4
25	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.48	0.47	0.92	1
26	<i>Guettarda elliptica</i>	0.74	0.23	0.006	0.3
27	<i>Hamelia patens</i>	0.74	0.7	0.047	0.5
28	<i>Heliocarpus pallidus</i>	0.74	1.63	0.511	1
29	<i>Hippomane mancinella</i>	1.48	1.86	0.248	1.2
30	<i>Jacaratia mexicana</i>	0.74	0.47	0.208	0.5
31	<i>Jatropha ortegae</i>	3.7	7.44	2.928	4.7
32	<i>Leucaena</i> sp.	0.74	0.23	0.011	0.3
33	<i>Lysiloma divaricatum</i>	0.74	0.23	0.082	0.4
34	Malpighiaceae 2	0.74	0.23	0.129	0.4
35	<i>Margaritaria nobilis</i>	1.48	1.4	0.152	1
36	<i>Piper jaliscanum</i>	1.48	0.93	0.031	0.8
37	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.74	0.23	0.413	0.5
38	<i>Pouteria campechiana</i>	2.22	2.56	0.69	1.8
39	<i>Randia aculeata</i>	1.48	0.7	0.035	0.7
40	<i>Randia armata</i>	4.44	3.95	0.186	2.9
41	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	1.48	1.16	0.537	1.1

CASA ALVIRA

42	<i>Sapium macrocarpum</i>	4.44	2.56	1.613	2.9
43	<i>Sapium sp.</i>	1.48	0.47	0.093	0.7
44	<i>Senna sp.</i>	1.48	0.47	0.045	0.7
45	<i>Solanum sp.</i>	1.48	0.47	0.068	0.7
46	<i>Vachellia hindsii</i>	3.7	1.86	1.472	2.3
	Total	100	100	100	100

CASA ALVIRA

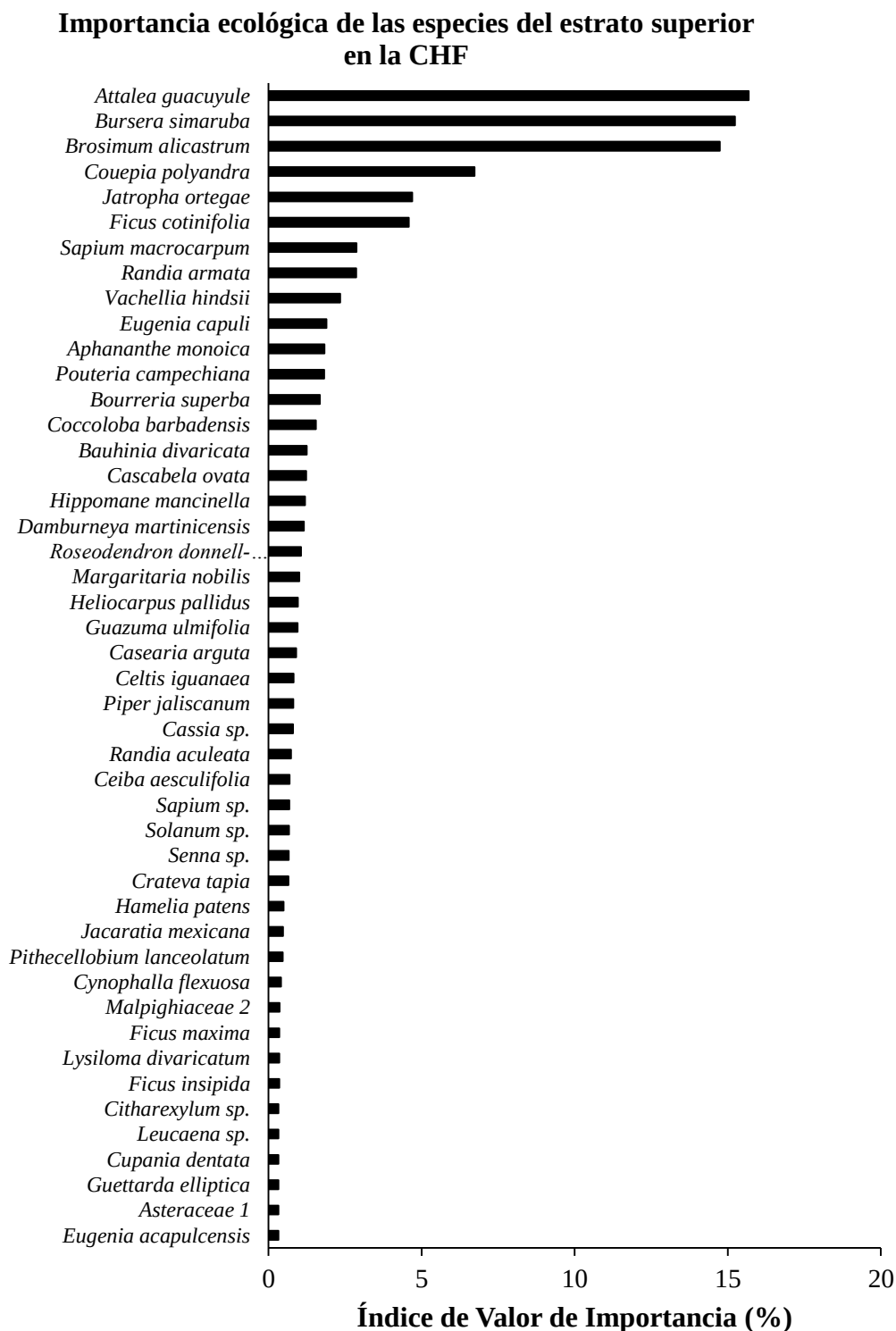


Figura V-18. Diagrama del índice de valor de importancia (%) de cada especie reportada en el estrato superior en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (CHF). El índice de valor de importancia de las especies se ordenó de manera descendente.

CASA ALVIRA

En el estrato medio

En el estrato medio de la CHF las especies más importantes (i.e. con mayor IVI) fueron *Brosimum alicastrum*, *Eugenia acapulcensis*, *Paullinia clavigera*, *Piper hispidum* y *Attalea guacuyule*. Este conjunto de especies representa el 57% del total del IVI del estrato medio en la CHF. Las 22 especies restantes representan en conjunto el 43% del IVI total. Los valores de IVI para cada especie registrada en el estrato medio se muestran en la Tabla V-17 y Figura V-19.

Tabla V-17. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies del estrato medio en la microcuenca la Cruz de Huanacastle (CHF). Las especies se ordenaron alfabéticamente.

No.	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI (relativo)
1	<i>Acalypha microphylla</i>	2.17	0.74	0.034	1
2	<i>Adiantum princeps</i>	2.17	1.48	0.825	1.5
3	<i>Attalea guacuyule</i>	6.52	4.44	4.019	5
4	<i>Barleria oenotheroides</i>	2.17	2.96	0.33	1.8
5	<i>Bauhinia divaricata</i>	2.17	0.74	0.622	1.2
6	<i>Bromelia pinguin</i>	4.35	3.7	4.666	4.2
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	15.22	27.41	30.625	24.4
8	<i>Bursera simaruba</i>	2.17	0.74	0.628	1.2
9	<i>Casearia arguta</i>	4.35	5.93	4.027	4.8
10	<i>Celtis iguanaea</i>	2.17	0.74	0.229	1
11	<i>Couepia polyandra</i>	2.17	0.74	0.248	1.1
12	<i>Damburneya martinicensis</i>	2.17	0.74	0.19	1
13	<i>Dendropanax arboreus</i>	2.17	0.74	0.423	1.1
14	<i>Eugenia acapulcensis</i>	2.17	8.89	26.063	12.4
15	<i>Eugenia capuli</i>	2.17	0.74	0.181	1
16	<i>Fridericia patellifera</i>	2.17	0.74	0.195	1
17	<i>Guettarda elliptica</i>	2.17	1.48	0.444	1.4
18	<i>Olyra latifolia</i>	2.17	2.22	0.478	1.6
19	<i>Paullinia clavigera</i>	10.87	12.59	5.438	9.6
20	<i>Paullinia cururu</i>	4.35	2.22	1.355	2.6
21	<i>Phragmites australis</i>	2.17	2.22	3.645	2.7
22	<i>Piper hispidum</i>	6.52	7.41	2.573	5.5
23	<i>Pouteria campechiana</i>	2.17	0.74	2.539	1.8
24	<i>Psychotria horizontalis</i>	4.35	3.7	3.479	3.8
25	<i>Randia aculeata</i>	4.35	2.22	3.528	3.4
26	<i>Rourea glabra</i>	2.17	2.96	1.156	2.1
27	<i>Vachellia hindsii</i>	2.17	0.74	2.06	1.7
	Total	100	100	100	100

CASA ALVIRA

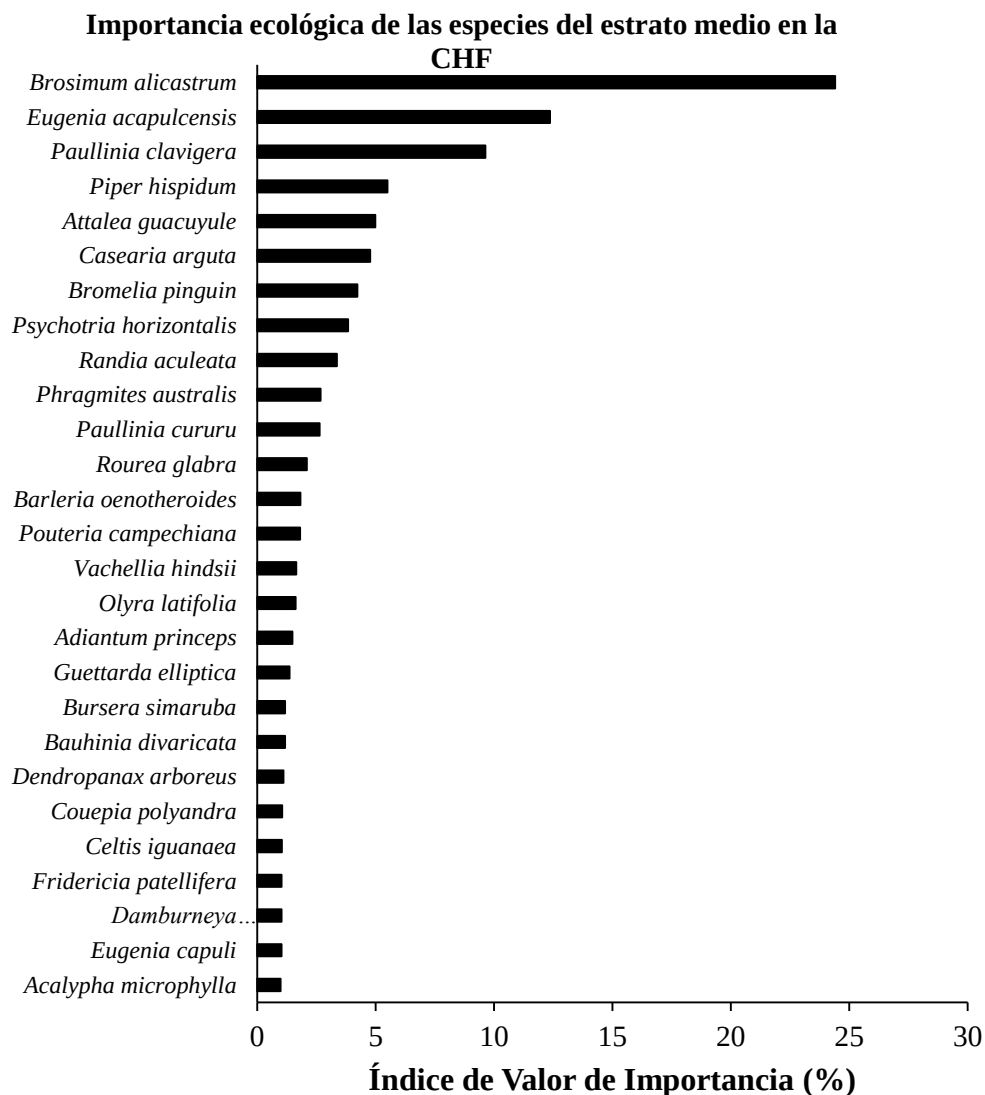


Figura V-19. Diagrama del índice de valor de importancia (%) de cada especie reportada en el estrato medio en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (CHF). El índice de valor de importancia de las especies se ordenó de manera descendente.

CASA ALVIRA

Estrato rasante

En el estrato rasante de la CHF las especies con mayor valor de IVI fueron *Attalea guacuyule*, *Bignonia neoheterophylla*, *Barleria oenotheroides*, *Brosimum alicastrum* y *Paullinia cururu*, las cuales en conjunto representan el 36% del IVI total reportado. Por otro lado, las demás especies registradas (25) representan el 64% del IVI. Los valores de IVI para cada especie registrada en el estrato rasante se muestran en la Tabla V-18 y Figura V-20.

Tabla V-18. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies del estrato rasante en la microcuenca la Cruz de Huanacastle (CHF). Las especies se muestran en orden alfabético.

No.	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI (relativo)
1	<i>Acalypha microphylla</i>	1.67	9.22	0.222	3.7
2	<i>Achyranthes aspera</i>	1.67	0.68	2.993	1.8
3	<i>Adiantum princeps</i>	1.67	0.68	2.993	1.8
4	<i>Aristida</i> sp.	3.33	5.46	0.748	3.2
5	<i>Aristolochia taliscana</i>	3.33	1.37	2.993	2.6
6	<i>Attalea guacuyule</i>	15	19.11	0.962	11.7
7	<i>Barleria oenotheroides</i>	8.33	10.24	0.998	6.5
8	<i>Bignonia neoheterophylla</i>	10	13.31	0.921	8.1
9	<i>Brosimum alicastrum</i>	8.33	9.22	1.108	6.2
10	<i>Caesalpinia standleyi</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
11	<i>Canavalia rosea</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
12	<i>Casearia arguta</i>	1.67	3.41	0.599	1.9
13	<i>Casearia</i> sp.	1.67	0.34	5.986	2.7
14	<i>Cissampelos pareira</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
15	<i>Cynophalla flexuosa</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
16	<i>Cyperus ligularis</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
17	<i>Elytraria imbricata</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
18	<i>Fridericia patellifera</i>	1.67	0.68	2.993	1.8
19	Malpighiaceae 1	3.33	6.14	0.665	3.4
20	<i>Olyra latifolia</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
21	<i>Paspalum</i> sp.	1.67	1.71	1.197	1.5
22	<i>Paullinia clavigera</i>	3.33	0.68	5.986	3.3
23	<i>Paullinia cururu</i>	5	5.8	1.056	4
24	<i>Piper hispidum</i>	3.33	0.68	5.986	3.3
25	<i>Pouteria campechiana</i>	1.67	3.75	0.544	2
26	<i>Pseudelephantopus spicatus</i>	1.67	0.68	2.993	1.8
27	<i>Psychotria horizontalis</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
28	<i>Rourea glabra</i>	5	2.05	2.993	3.3
29	<i>Vachellia hindsii</i>	1.67	1.71	1.197	1.5
30	<i>Zinnia maritima</i>	1.67	0.34	5.986	2.7
	Total	100	100	100	100

Importancia ecológica de las especies del estrato rasante en la CHF

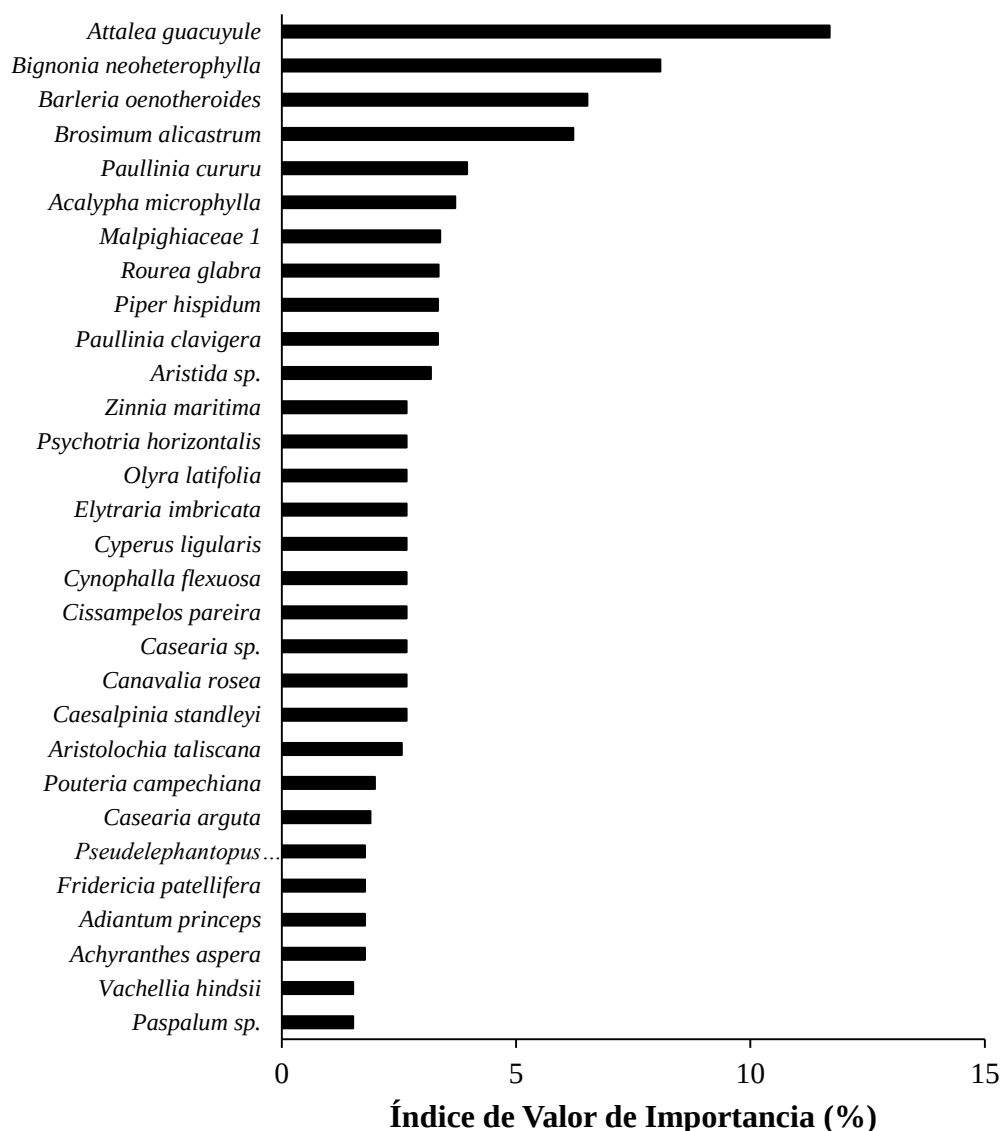


Figura V-20. Diagrama del índice de valor de importancia (%) de cada especie reportada en el estrato rasante en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (CHF). El índice de valor de importancia de las especies se ordenó de manera descendente.

Diversidad de especies en la CHF

El estrato superior de la microcuenca La Cruz de Huanacastle (CHF) mostró tener una riqueza específica (S) de 46 especies. El índice de Shannon-Wiener (H') resultó en un valor de $H' = 3$, sugiriendo que la diversidad en la CHF es relativamente alta. El índice de Simpson arrojó un valor de $\lambda = 0.1$, lo que indica que el valor de dominancia en la CHF es bajo y la diversidad es alta (Tabla V-19).

CASA ALVIRA

En el estrato medio se registró una riqueza de especies de 27 taxa. A partir del índice de Shannon-Wiener ($H' = 2.6$) se determinó que la diversidad de especies en este estrato tiene un valor relativamente intermedio. No obstante, de acuerdo al índice de Simpson ($\lambda = 0.1$) se determinó que la comunidad de especies tiene un valor bajo de dominancia y por lo tanto una diversidad de especies alta (Tabla V-19).

Por su parte, el estrato rasante mostró una riqueza de especies de 30 taxa. Con base en el índice de Shannon-Wiener ($H' = 2.7$) podemos establecer que la diversidad del estrato es de un nivel intermedio. Considerando el índice de Simpson ($\lambda = 0.1$) se estableció que la comunidad de especies tiene un bajo nivel de dominancia y por tanto un nivel de diversidad alto (Tabla V-19).

Tabla V-19. Medidas de diversidad de especies para cada estrato en la microcuenca La Cruz de Huanacastle.

Parámetros	Estratos		
	Superior	Medio	Rasante
Riqueza de especies (S)	46	27	30
Índice de Shannon-Wiener (H')	3	2.6	2.7
Índice de Simpson (λ)	0.1	0.1	0.1

Cálculo de la cobertura de la muestra

Los sitios de muestreo en la CHF mostraron valores de completitud elevados con un promedio del 92% de completitud (intervalo de 85 a 97%).

Tabla V-20. Valores de cobertura de la muestra para cada sitios de muestreo en la CHF.

No.	Sitio	Cobertura de la muestra	No.	Sitio	Cobertura de la muestra
1	CHF01	0.88	11	CHF11	0.89
2	CHF02	0.93	12	CHF12	0.92
3	CHF03	0.91	13	CHF13	0.94
4	CHF04	0.97	14	CHF14	0.97
5	CHF05	0.87	15	CHF15	0.93
6	CHF06	0.94	16	CHF16	0.85
7	CHF07	0.85	17	CHF17	0.96
8	CHF08	0.93	18	CHF18	0.93
9	CHF09	0.90	19	CHF19	0.90
10	CHF10	0.92	20	CHF20	0.96

Curva de completitud de la muestra

Las curvas de completitud de la muestra obtenidas para los sitios en la CHF alcanzaron la asíntota (Figura V-21). Por lo tanto, es posible establecer que el esfuerzo de muestreo realizado en esta escala de estudio fue satisfactorio y que los cálculos de diversidad de especies propuestos son robustos.

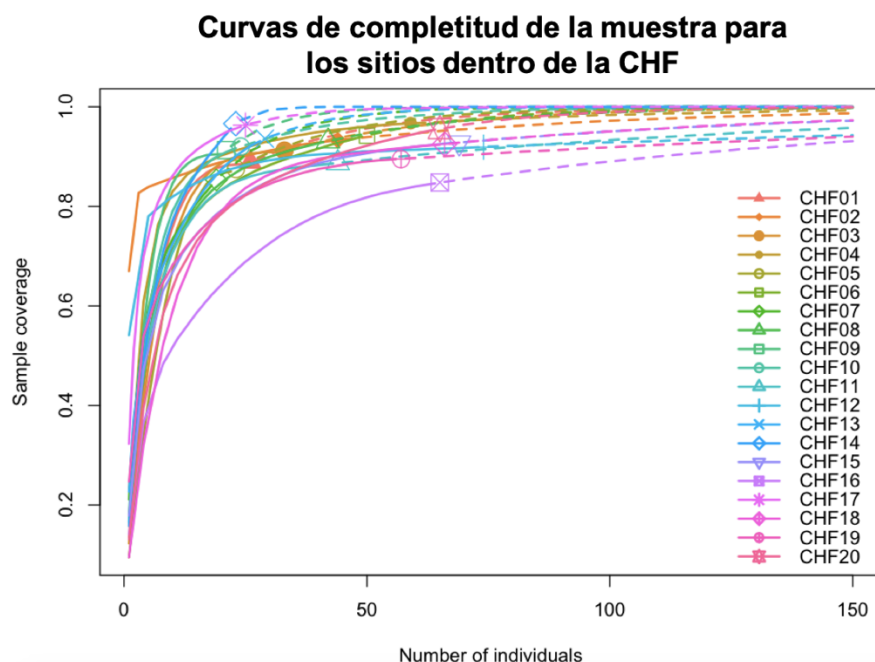


Figura V-21. Se muestran las curvas de completitud de la muestra para cada uno de los sitios de muestreo en la microcuenca La Cruz de Huanacastle (CHF). En el eje X se graficó el número de individuos y en el eje Y los valores de cobertura de la muestra. Cada línea corresponde a un sitio de muestreo.

Especies de flora clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Attalea guacuyule* se encuentra listada como especie sujeta a protección especial (Pr) y *Sapium macrocarpum* como especie amenazada (A) (Figura V-21). De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010) las especies sujetas a protección especial (Pr) se encuentran amenazadas por factores que influyen negativamente en la viabilidad de sus poblaciones (e.g. factores relacionados con la degradación y disminución del hábitat y con la reducción del tamaño poblacional), y por lo tanto es necesario fomentar su conservación y recuperación. Las especies amenazadas (A) se caracterizan por encontrarse en riesgo de desaparecer a corto o mediano plazo debido a la acción permanente de los factores que influyen negativamente en la viabilidad de sus poblaciones.

CASA ALVIRA

Tabla V-21. Listado de las especies registradas en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle (CHF). Se indica el nombre común de cada especie, así como su presencia (señalada con una X) en los estratos superior, medio y rasante. Adicionalmente, se señalan las especies que están listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, especificando la categoría de riesgo en las que están incluidas (Pr = Protección especial; A = Amenazada).

No.	Especie	Nombre común	Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato Rasante	Categoría en NOM-059-SEMARNAT-2010
1	<i>Acalypha microphylla</i> Klotzsch	Ninguno		X	X	
2	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Cadillo africano			X	
3	<i>Adiantum princeps</i> T. Moore	Ninguno		X	X	
4	<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) J.-F. Leroy	Cerezo	X			
5	<i>Aristida</i> sp.	Ninguno			X	
6	<i>Aristolochia taliscana</i> Hook. & Arn.	Guaco			X	
7	Asteraceae 1	Ninguno	X			
8	<i>Attalea guacuyule</i> (Liebm. ex Mart.) Zona	Coquito de aceite	X	X	X	Pr
9	<i>Barleria oenotheroides</i> Dum. Cours.	Vainilla		X	X	
10	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Calzoncillo	X	X		
11	<i>Bignonia neoheterophylla</i> L.G. Lohmann	Ninguno			X	
12	<i>Bourreria superba</i> I.M. Johnst.	Amapa blanca	X			
13	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Piñuela		X		
14	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	X	X	X	
15	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo mulato	X	X		
16	<i>Caesalpinia standleyi</i> (Britton & Rose) Standl.	Margarita			X	
17	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijol de playa			X	
18	<i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold	Hueva de toro	X			
19	<i>Casearia arguta</i> Kunth	Ninguno	X	X	X	
20	<i>Casearia</i> sp.	Ninguno			X	
21	<i>Cassia</i> sp.	Ninguno	X			
22	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Algodonci-llo	X			
23	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Garabato	X	X		
24	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Tortilla de los sapos			X	
25	<i>Citharexylum</i> sp.	Ninguno	X			
26	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Roble de la costa	X			
27	<i>Couepia polyandra</i> (Kunth) Rose	Palo de fraile	X	X		
28	<i>Crateva tapia</i> L.	Manzana de playa	X			
29	<i>Cupania dentata</i> DC.	Agua al ojo blanco	X			
30	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	Ninguno	X		X	
31	<i>Cyperus ligularis</i> L.	Ninguno			X	
32	<i>Damburneya martinicensis</i> (Mez) Trofimov	Ninguno	X	X		
33	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Zapotillo		X		
34	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	Cordón de San Juan			X	
35	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	Capulín	X	X		

CASA ALVIRA

36	<i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Capulín de mayo	X	X		
37	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Amate negro	X			
38	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuera blanca	X			
39	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Higuerón	X			
40	<i>Fridericia patellifera</i> (Schltdl.) L.G. Lohmann	Bejuco blanco		X	X	
41	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Bellota de cualote	X			
42	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Cascarillo	X	X		
43	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Coralillo	X			
44	<i>Heliocarpus pallidus</i> Rose	Cualote	X			
45	<i>Hippomane mancinella</i> L.	Árbol de la muerte	X			
46	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Ninguno	X			
47	<i>Jatropha ortegae</i> Standl.	Ninguno	X			
48	<i>Leucaena</i> sp.	Guaje	X			
49	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Palo blanco	X			
50	Malpighiaceae 1	Ninguno			X	
51	Malpighiaceae 2	Ninguno	X			
52	<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Ciruelillo	X			
53	<i>Olyra latifolia</i> L.	Ninguno		X	X	
54	<i>Paspalum</i> sp.	Ninguno			X	
55	<i>Paullinia clavigera</i> Schltdl.	Ninguno		X	X	
56	<i>Paullinia cururu</i> L.	Ninguno		X	X	
57	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Carrizo		X		
58	<i>Piper hispidum</i> Sw.	Ninguno		X	X	
59	<i>Piper jaliscanum</i> S. Watson	Ninguno	X			
60	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	Concha	X			
61	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	Canistel	X	X	X	
62	<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (B. Juss. ex Aubl.) C.F. Baker	Cola de iguana			X	
63	<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.	Ninguno		X	X	
64	<i>Randia aculeata</i> L.	Crucecita	X	X		
65	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Cruceta	X			
66	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Primavera	X			
67	<i>Rourea glabra</i> Kunth	Bejuco de agua		X	X	
68	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	Amatillo	X			A
69	<i>Sapium</i> sp.	Ninguno	X			
70	<i>Senna</i> sp.	Ninguno	X			
71	<i>Solanum</i> sp.	Ninguno	X			
72	<i>Vachellia hindsii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Jarretadera	X	X	X	
73	<i>Zinnia maritima</i> Kunth	Ninguno			X	

CASA ALVIRA

Attalea guacuyule es una especie de palma (Figura V-22) cuya distribución natural es exclusiva del territorio mexicano (i.e. especie endémica de México), pudiéndose encontrar en la costa Pacífico de México desde el estado de Nayarit a Oaxaca (Villaseñor 2016). Dentro de su distribución geográfica, *A. guacuyule* puede presentarse como un elemento dominante del estrato superior de las selvas tropicales. No obstante, sus poblaciones generalmente están distribuidas en fragmentos de vegetación de diferentes tamaños, aislados entre sí por otros tipos de vegetación y coberturas de suelo (Miranda y Hernández-X 1963, Eder 1970). Esta especie es importante para las personas, ya que ha sido aprovechada a lo largo del tiempo con propósitos ornamentales, alimenticios y para la obtención de materias primas (Hernández-Xolocotzi 1949; Eder 1970; Mercado 2007; Eb 2012). En la CHF se ha reportado que *A. guacuyule* se encuentra habitando en cañadas y laderas, y que en áreas cercanas a la costa existen manchones de vegetación compuestos en su mayoría por esta especie (Bravo-Bolaños et al. 2016). El número de individuos en los estratos rasante, medio y superior es elevado, a tal punto que en este último puede conformar del 70 al 100% de la cobertura del dosel (Tejero-Díez et al. 2008). En este estudio la especie estuvo bien representada en los sitios de muestreo de la CHF, ya que se registró en 15 de los 20 sitios (i.e. en el 75% de los sitios). A nivel de estrato, *A. guacuyule* estuvo representada principalmente en el estrato superior (registrada en 12 unidades de muestreo) seguida por el estrato rasante (9) y el estrato medio (3). Respecto al uso de esta especie por las comunidades locales, es posible observar que sus hojas son empleadas en el techado de viviendas, aunque anteriormente sus poblaciones fueron fuente de materia prima para la industria de los aceites vegetales (Miranda y Hernández-X 1963).

Sapium macrocarpum es una especie de hábito arborescente (Figura V-22) con una distribución geográfica relativamente amplia que va desde México hasta Costa Rica. En nuestro país se ha reportado para los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz (Villaseñor 2016). Es una especie relativamente común en los bosques tropicales secos y húmedos (Hammel et al. 2010). No obstante, al parecer la principal amenaza para la conservación de esta especie, así como a las demás especies del género, es la continua disminución del área y de la calidad de su hábitat (ver Botanic Gardens Conservation International y IUCN SSC Global Tree Specialist Group 2019). En cuanto al aprovechamiento de esta especie, se ha reportado que en nuestro país tiene algunos usos medicinales (Novillo et al. 2017). En la CHF, *S. macrocarpum* se registró en 6 de los 20 sitios de muestreo (i.e. en el 30% de los sitios), registrándose únicamente en el estrato superior.

CASA ALVIRA



Figura V-22. En (a) se muestra una vista panorámica de un fragmento de selva mediana subcaducifolia en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle (CHF), cuyo estrato superior se encuentra dominado por la palma *Attalea guacuyule*. En (b) se muestra a detalle algunas características de *Sapium macrocarpum*, como lo son sus hojas e inflorescencias. La imagen en (b) fue tomada de <https://www.tropicos.org/name/12805043> (Copyright O.M. Montiel).

5.7 Caracterización de la fauna silvestre

La caracterización de la fauna en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle, se hizo con base en la revisión de literatura y se complementó con los resultados del estudio faunístico elaborado ex profeso. En el presente apartado se muestran los hallazgos más importantes. Para una revisión más puntual de la metodología y de los resultados obtenidos se recomienda revisar el informe "Descripción del componente ambiental fauna en dos áreas de estudio: predio y réplica en cuenca" adjunto al presente documento.

5.7.1 Antecedentes

La fauna de México es reconocida como una de las más ricas a nivel mundial (Sarukhán et al. 2017), al contar con un registro total de 5,488 especies de vertebrados (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). Esto coloca a México en el segundo lugar en el mundo en número de especies de reptiles, el tercero en mamíferos y el doceavo en aves. En particular, en nuestro país se han reportado 804 especies de reptiles (considerando lagartijas, serpientes y tortugas) de las cuales 368 son endémicas (es decir, que su distribución natural es exclusiva de México) y poco más del 90% son del orden Squamata. Para mamíferos se han reportado 535 especies (161 de ellas endémicas), siendo el orden Rodentia el que alberga aproximadamente el 40% de las especies. En cuanto a especies de aves se han reportado 1,096 especies (125 endémicas), de las cuales poco más del 50% son Passeriformes. Además, en el país existen 361 especies de anfibios (esto es, ranas, sapos y salamandras) y 2,692 especies de peces (incluyendo especies dulceacuícolas, estuarinas y marinas), cada grupo taxonómico contando con 174 y 271 especies endémicas, respectivamente (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008).

A nivel estatal, Nayarit cuenta con un estimado de 621 especies de vertebrados. Esto ubica al estado en el décimo quinto lugar en riqueza de especies de vertebrados en México, albergando el 11% de las especies del país. Específicamente, en Nayarit se han reportado 96 especies de reptiles (es decir, el 12% de las especies del grupo), 125 de mamíferos (23%), 363 de aves (33%), 30 de anfibios (8%) y 7 de peces (0.3%) (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). Cabe destacar que esta comunidad de especies tiene un notable componente endémico, no obstante, muchas especies están amenazadas, por lo que se encuentran protegidas por leyes mexicanas y acuerdos internacionales (Ramírez-Silva et al. 2015).

5.7.2 Metodología

En el presente apartado se presenta la metodología utilizada para hacer el análisis florístico expreso a dos escalas:

- a) Estudio en la microcuenca La Cruz de Huanacastle en la que se inscribe el proyecto (ERC)
- b) Estudio en el predio del área del proyecto “*Casa Alvira*” (descrito en el capítulo VI del presente DTU)

Para conocer la riqueza y abundancia de las especies presentes en el predio del proyecto *Casa Alvira* y microcuenca La Cruz de Huanacastle, inicialmente se compiló información disponible de la fauna presente en el estado de Nayarit, teniendo en cuenta las referencias presentes en la literatura, guías de campo, publicaciones, bases de datos de instituciones nacionales y redes mundiales sobre biodiversidad. Posteriormente, se realizó la colecta de datos utilizando aquellas técnicas descritas en la metodología “Evaluación Ecológica Rápida (EER)” (Tabla V-22) que mejor se ajustaron a las condiciones del terreno, a la revisión bibliográfica de distribución de especies en la región y a la disponibilidad de materiales y de tiempo. A partir de los datos colectados se calcularon una serie de métricas para poder caracterizar la diversidad de las especies. Además, para destacar elementos particulares dentro de la comunidad de especies y determinar su sensibilidad al impacto de las actividades antropogénicas, se identificaron las especies endémicas y las especies protegidas por normativas nacionales e internacionales.

Para el estudio en campo del componente ambiental fauna se recurrió a la metodología “Evaluación Ecológica Rápida (EER)” desarrollada por The Nature Conservancy (Sobrevila y Bath 1992) y retomada en el trabajo “Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones Ecológicas Rápidas” (Sayre et al. 2000). Esta metodología proporciona información confiable y comprensible sobre los recursos ambientales en un corto lapso de tiempo y a bajo costo. Además, el empleo de la EER es altamente recomendada ya que (a) la información biológica y ecológica se obtiene y aplica de manera rápida, (b) integra múltiples niveles de información (por ejemplo, imágenes de satélite, sobrevuelos y evaluaciones en campo), (c) es posible generar mapas ecológicos actualizados y descripciones de flora, fauna, actividades humanas y uso de suelo, (d) provee de información básica para programas de monitoreo de recursos naturales a largo plazo, y (d) la síntesis y análisis de la información obtenida permite tomar decisiones de conservación y manejo más adecuadas (Sobrevila y Bath 1992). Las técnicas utilizadas de acuerdo a la EER se muestran en la Tabla V-22.

CASA ALVIRA

Tabla V-22. Técnicas para la evaluación de fauna (avifauna, mastofauna y herpetofauna) propuestas para la EER

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
AVIFAUNA					
Conteo de punto Conteo de todas las aves	Aves vistas o escuchadas durante periodos de tiempo establecidos (ejemplo 3–10 min) en puntos separados por 100–200 m.	Detección de especies rápida y eficiente; muestreo en unidades discretas; puede estimar densidades de población si se utiliza un radio fijo.	Especies detectadas entre puntos y fuera de los conteos no se analizan estadísticamente; sólo puede realizarse muy temprano cuando las aves vocalizan.	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local.	Binoculares, grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto.
Inventario de transectos	Conteo de todas las aves vistas o escuchadas a lo largo de un transecto (usualmente una vereda).	Muy eficaz para detectar a la mayoría de las especies del área estudiada; puede estimar densidades de población si el transecto es de anchura fija.	Las unidades de muestreo no son discretas, deben dividirse en muestreos de 10–60 min para su análisis estadístico.	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local; se deben tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas.	Binoculares, lámpara de cabeza para uso nocturno, grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto.
Red de niebla	Captura de aves en redes; se liberan después de identificarse.	La identificación de especies es usualmente más confiable que con métodos de observación; permite medir, colocar bandas y otras actividades.	Consume mucho tiempo; sólo para muestrear aves pequeñas del sotobosque; no se calcula densidad; muestrea un área pequeña; las redes son costosas.	Requiere un técnico capacitado para remover las aves de la red; el observador no necesita estar familiarizado con la avifauna local si existe una guía de campo.	Redes, astas, bolsa de tela; otro material dependiendo de los datos a obtener de las aves capturadas.
MASTOFAUNA					
Trampas Tomahawk Sherman Havahart	Captura de mamíferos no voladores pequeños y de talla media en trampas nocturnas; se liberan después de identificarse.	Prácticamente el único método para muestrear mamíferos pequeños y de talla media; simple y eficaz.	No es posible estimar la densidad en un estudio a corto plazo; los mamíferos de bosques bajos tienen bajo índice de captura.	Las trampas pueden colocarse en partes altas para capturar especies arborícolas.	Trampas, carnada, bolsas de tela y guantes de piel.
Inventario de transectos	Conteo de todos los mamíferos vistos o escuchados al largo del transecto (usualmente una vereda).	Permite el estudio de mamíferos grandes, especialmente primates; es posible estimar la densidad.	Consume mucho tiempo; es difícil de realizar en vegetación densa.	Requiere un observador especializado en los mamíferos locales; se debe tomar nota de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas.	Binoculares, lámpara de cabeza para uso nocturno.
Red de niebla	Captura de murciélagos en	Prácticamente el único método	No calcula densidad; las redes son costosas;	Requiere un técnico capacitado para	Redes, astas, bolsa de tela, guantes,

CASA ALVIRA

	redes por la noche; se liberan después de identificarse.	para estudiar murciélagos si los sitios de percha no se conocen; permite manipularlos para medir, colocar bandas u otros propósitos.	el índice de captura es bajo en noches de luna.	remover murciélagos de la red; se colocan redes a lo largo de corredores en el bosque para capturar individuos en una amplia zona.	lámparas de cabeza; otro material dependiendo de los datos a obtener de los murciélagos capturados.
Análisis de la población humana local	Entrevistas a cazadores y leñadores locales sobre los mamíferos grandes que ocurren en la zona.	Posiblemente el método más rápido para determinar la presencia /ausencia de mamíferos grandes, raros y esquivos; la comunidad participa.	No estima la densidad; la información puede no ser confiable si no se corrobora por otras personas.	Puede ser útil usar ilustraciones o fotografías de especies potencialmente encontradas en el área.	Ninguno, excepto tal vez un guía local que represente a la comunidad.
Inventario dirigido	Depende de los objetos de conservación; puede incluir inventarios de cuevas de murciélagos, de corrientes de agua en busca de evidencias de manatíes o nutrias, vigilancia de pozas de agua que atraen mamíferos grandes.	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies.	Puede ser demasiado intensivo en cuanto a tiempo; datos negativos pueden ser equívocos (objetos de conservación pueden estar presentes, pero ser muy raras o esquivas para detectarse).	Requiere conocimiento sólido de la historia natural de los objetos de conservación.	Depende del método.
HERPETOFAUNA					
Inventario de transectos	Conteo de todos los reptiles y anfibios a lo largo de un transecto (usualmente una vereda o corriente de agua); puede requerir voltear troncos, rocas, y otros sitios de descanso.	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies.	Puede ser difícil en vegetación densa; no estima la densidad.	Requiere un observador especializado en la herpetofauna local; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas.	Gancho herpetológico, lazo corredizo, bolsas de plástico y cuaderno de notas (lámpara de cabeza para muestreo nocturno).
Parcela de hojarasca	Búsqueda cuidadosa entre la hojarasca de parcelas de 3×3 a 10×10 m.	Se calcula la densidad; detecta especies escondidas.	Consume mucho tiempo; abarca un área pequeña; útil en hábitats donde hay hojarasca.	Requiere de un observador familiarizado con la herpetofauna; puede ser peligroso si hay serpientes venenosas.	Cinta métrica, guantes, bolsas de plástico y cuaderno de notas.
Trampa de	Se coloca una	Puede ser un	Pueden consumir	Puede también	Cubetas, material

CASA ALVIRA

foso con cercas resbaladi-zas	cubeta en el pozo; se erigen cercas bajas que guían hacia el foso desde direcciones opuestas (pueden colocarse también en forma de túnel); se revisa la trampa periódicamente.	método eficaz para capturar lagartijas de amplia distribución, especialmente en hábitats abiertos.	mucho tiempo; sólo muestrea un subconjunto de la herpetofauna.	capturar salamandras y musarañas (las cuales requerirán comida para sobrevivir la noche).	para cercas, herramientas para excavar el foso y construir las cercas.
Inventarios de congregaciones de anfibios en época de apareamiento	Se estudian las pozas de agua, marismas, pantanos, charcas u otras congregaciones de anfibios en apareamiento.	Muchas especies de ranas solo se detectan durante época de apareamiento; se pueden usar vocalizaciones para identificar especies.	Solo es útil durante episodios de apareamiento, que pueden ser impredecibles; no estima la densidad	Especies diferentes pueden aparecer en horas distintas de la noche y en días distintos durante el episodio de apareamiento.	Lámparas de cabeza, bolsas de plástico, protección contra picaduras de insectos, sanguijuelas o agua fría, cintas de vocalizaciones si las hay disponibles.

5.7.2.1. Revisión bibliográfica

Un primer acercamiento para determinar la diversidad de especies fue recopilar información disponible acerca de la fauna en el estado de Nayarit, teniendo en cuenta referencias presentes en la literatura. A partir de estos datos se elaboró un acervo de información que se utilizó para obtener un listado actualizado de las especies con presencia potencial en la zona y para definir las técnicas de muestreo a utilizar. Inicialmente, se realizó una consulta de información en instituciones nacionales, teniendo como soporte principal la Base de datos Biodiversidad de México CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) mediante el uso de su plataforma digital EncicloVida, que integra información a través del SNIB (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad), disponible en <http://enciclovida.mx/>.

También se consultaron redes mundiales sobre biodiversidad como AmphibiaWeb (<https://amphibiaweb.org/index.html>), la cual une los esfuerzos de científicos de todo el mundo en torno al estudio de los anfibios. Por último, se revisaron los mapas de distribución publicados en las diferentes guías de campo y publicaciones de los diferentes grupos de fauna. Las referencias bibliográficas consultadas para el grupo de las aves fueron Howell y Webb (1995), A. O. U. (1998) y National Geographic Society (2002). Para mamíferos se consultó Arita y Ceballos (1997), Ceballos y Oliva (2005) y Aranda (2012). Para la herpetofauna se consultó a Flores-Villela (1993); Ochoa y Flores-Villela (2006) y Woolrich-Piña et al. (2016). Con toda la información recabada verificamos las especies reportadas para el área de estudio.

5.7.2.2. Tipo de muestreo y número de unidades

El esfuerzo de muestreo se refiere a la cantidad total de unidades de muestreo desplegadas o efectuadas en un determinado hábitat, ecosistema o área de interés, y en una ubicación temporal determinada. La

CASA ALVIRA

implementación de las unidades de muestreo tiene como finalidad establecer o conocer ciertas características de una comunidad, población animal (por ejemplo, riqueza y abundancia) u otros elementos (Magurran y McGill 2011; citado por Ministerio del Ambiente 2015). En el mundo existen algunos métodos para determinar cuál es el esfuerzo de muestreo adecuado para un estudio de inventario. Sin embargo, la mayoría de ellos se basan en estudios previos (como en el caso de curvas de acumulación de especies) o estudios piloto Magurran y McGill 2011; citado por Ministerio del Ambiente 2015).

Debido a que los estudios de inventario de fauna, por lo general, están limitados por ámbitos geográficos y de carácter temporal, los métodos de muestreo seleccionados deben ser eficaces y enfocados a maximizar los recursos disponibles. Por ello, el esfuerzo de muestreo debe ocurrir en periodos de tiempo que permitan registrar a la mayoría de los taxones (Rueda *et al.* 2006; Magurran y McGill 2011; citados por Ministerio del Ambiente 2015). El uso previo de referencias topográficas (mapas de unidades o formaciones vegetales, isolíneas de altura, entre otras), los estudios básicos existentes y la experiencia de los investigadores, proporcionan la base para el muestreo en un área determinada (Elzinga *et al.* 1998; Magurran 2004; citados por Ministerio del Ambiente 2015). Posteriormente a los muestreos, las curvas de acumulación de especies analizadas mediante los estimadores no paramétricos de riqueza de especies Chao 1 y Chao 2 son una herramienta útil para corroborar la eficacia de los inventarios (Soberón y Llorente 1993, citado por Ministerio del Ambiente 2015) y determinar si es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo (Escalante 2003).

Para el presente estudio se estableció una unidad de muestreo para cada área de estudio (i. e. *Casa Alvira* y ERC), por lo que en total se consideraron dos unidades de muestreo. La ubicación, coordenadas y características de la vegetación en la unidad de muestreo establecidas en el ERC se muestra en la Tabla V-23 y Figura V-23.

Tabla V-23. Unidades de muestreo (transecto) establecidas en ERC

Unidad de muestreo	Vegetación CONAFOR	Unidad fisonómica	Longitud transecto	Coordenadas UTM	
				Inicio (X, Y)	Fin (X, Y)
01-R	SMS	Selva	365 m	455,704 - 2,309,375	455,781 - 2,309,050

A continuación, se describen las características de las unidades de muestreo (transectos) ubicadas en ERC:

- 01-R: El transecto se efectuó en el municipio de Bahía de Banderas. Las coordenadas UTM en sus puntos extremos para 455,704 -455,781 y 2,309,375 - 2,309,050. Algunas especies de vegetación característica son *Acacia macracantha* (trupillo blanco), *Attalea guacuyule* (palma de coco de aceite), *Bursera simaruba* (palo mulato), *Bourreria superba* (amapa blanca), *Ateleia standleyana* y *Jatropha ortegae*.

Cada unidad de muestreo estuvo representada por un transecto de 365 m de longitud, al cual se le realizaron cuatro repeticiones. Para confirmar que este esfuerzo de muestreo fue adecuado se calcularon los estimadores Chao 1 y Chao 2 y se analizaron las curvas de acumulación de especies obtenidas. Dado que los estimadores indicaron que se reportó más del 85% de las especies esperadas para las áreas de estudio y que las curvas de acumulación de especies alcanzaron una asíntota (lo que sugiere que la probabilidad de registrar una nueva especie es muy baja a pesar de incrementar el esfuerzo de muestreo),

CASA ALVIRA

se validó el esfuerzo de muestreo propuesto inicialmente y no hubo necesidad de incrementarlo (ver Villarreal *et al.* 2006). La ubicación de cada transecto se determinó con base a las condiciones fisiográficas del terreno y fisonómicas de la vegetación, su accesibilidad y la seguridad civil del sitio, procurando abarcar en lo posible los diferentes microhábitats presentes en la unidad de vegetación. Además, para que los transectos en *Casa Alvira* y ERC pudieran ser comparables, estos fueron seleccionados con características ambientales muy similares.

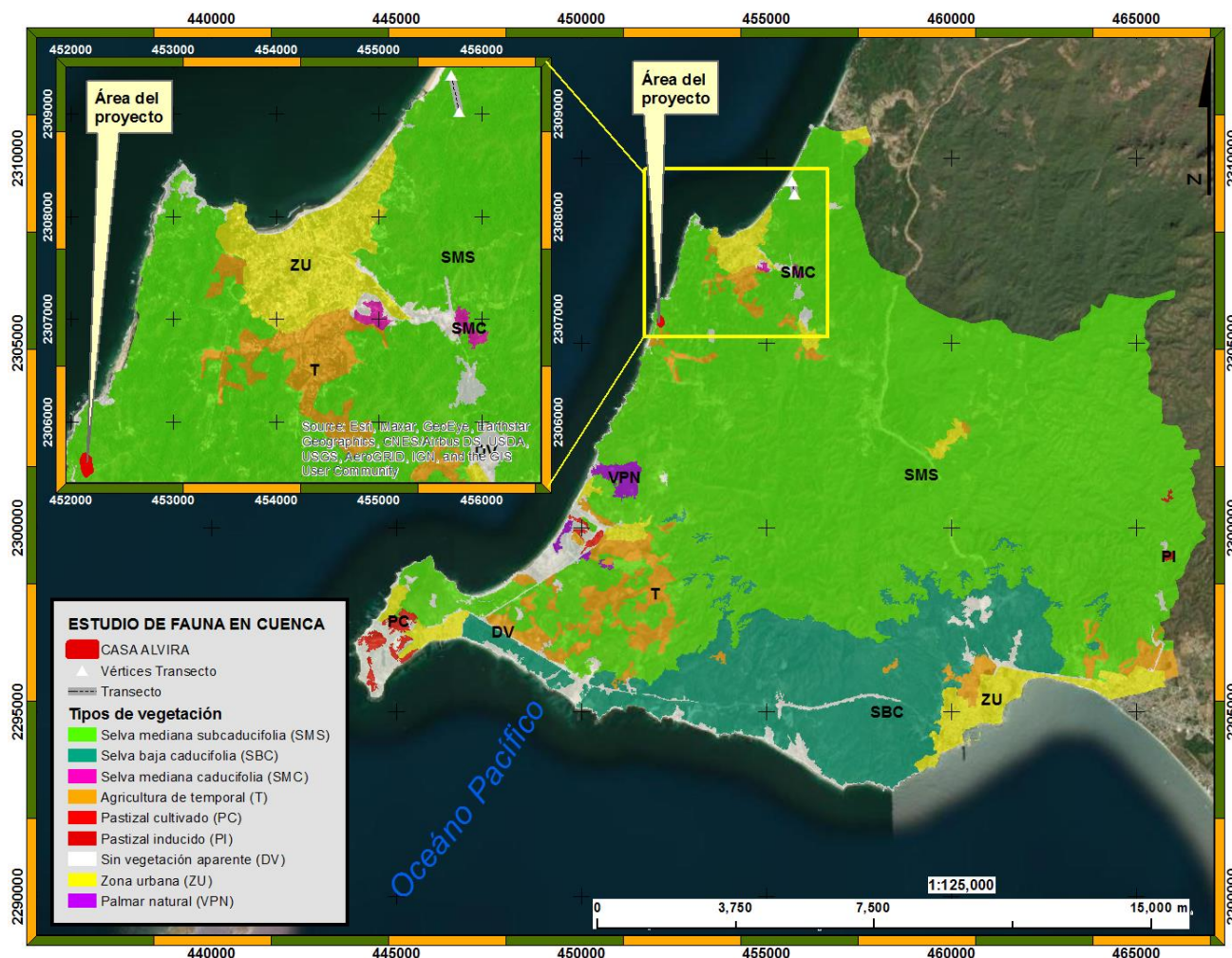


Figura V-23. Ubicación de la unidad de muestreo (transecto) en ERC

5.7.2.3. Técnicas de muestreo de fauna

Las técnicas de muestreo y los materiales y equipos necesarios para su ejecución se definieron en función de los objetivos del presente estudio (es decir, determinar la diversidad de especies) y con base en las técnicas recomendadas en la EER para cada grupo de fauna (Tabla V-22).

CASA ALVIRA

Avifauna

Para el muestreo de aves se empleó el método de “Conteo intensivo por transecto de banda ancha”. Las particularidades del muestreo se muestran en la Tabla V-24.

Para la identificación de las aves se consultaron las guías de identificación Peterson y Chaliff (1973), Howell y Webb (1995) y Edwards (1998) y a especialistas en este grupo de fauna. Los nombres comunes de las especies, su categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010; 2019) y generalidades de cada especie se consultaron en la plataforma digital EncicloVida de la CONABIO.

Tabla V-24. Técnicas y esfuerzo de muestreo utilizados para la avifauna

Técnica	Descripción breve	Unidades de Muestreo	Equipo utilizado	Esfuerzo	Repeticiones
Conteo intensivo por transecto de banda ancha.	Consistió en ir registrando las aves observadas y escuchadas.	Transectos de 365 m de longitud con un ancho promedio de 10 m.	Un observador con experiencia en aves locales, binoculares, cámara fotográfica, libreta de campo y guía de identificación de aves.	Dos recorridos diurnos de 7 a 10 hrs. y dos recorridos crepusculares de 19 a 20 hrs.	Cuatro

Mastofauna

Para el muestreo de mamíferos se utilizaron las técnicas de muestreo de inventario de transectos, trampas de captura viva, cámaras de fototrampeo y redes de niebla para captura de quirópteros (Tabla V-25). Estas técnicas de muestreo fueron seleccionadas con el objetivo de incluir individuos de los tres subgrupos: mamíferos pequeños terrestres, mamíferos medianos y grandes, y murciélagos. La identificación de este grupo se llevó a cabo mediante el manual de Aranda (2012).

Tabla V-25. Técnicas y esfuerzo de muestreo utilizados para la mastofauna

Técnica	Descripción breve	Unidades de Muestreo	Equipo utilizado	Esfuerzo	Repeticiones
Inventario de transectos	Conteo de todos los mamíferos vistos o escuchados a lo largo del transecto.	Transectos de 365 m de longitud con un ancho promedio de 6 m.	Un observador de mastofauna; con libreta de campo y lámpara de cabeza para horas crepusculares.	Dos recorridos diurnos y dos recorridos crepusculares.	Cuatro
Trampas Tomahawk, Sherman y Havahart	Captura de mamíferos no voladores pequeños y de talla media en trampas nocturnas.	Trampas colocadas en los transectos, en sitios estratégicos y ocultos a la vista humana.	Por transecto se colocó: 15 trampas Sherman para roedores, 1 Tomahawk y 1 Havahart para mamíferos de talla mediana.	Colocación de trampas en horas de la noche y por la mañana. El esfuerzo de muestreo fue de 17 trampas-noche	No aplica.

CASA ALVIRA

Cámara de fototrampeo.	Captura en imágenes de fauna silvestre, en especial mamíferos.	Trampas instaladas en los transectos, en sitios estratégicos dentro de claros de vegetación cercanos a cuerpos de agua o veredas con paso de fauna.	Dos cámaras trampa con flash integrado. 455,761 – 2,309,087 455,710 – 2,309,270	Colocadas durante las salidas a campo (36 horas) de manera fija. Esfuerzo de muestreo 4 trampas-día	No aplica
Red de niebla	Captura de murciélagos en redes por la noche; se liberan después de identificarse.	Redes colocadas en los transectos, en claros de vegetación, cuerpos de agua, árboles con frutos, etc.	Red de niebla de 3 m de largo por 2.1 m de ancho con un claro de malla de 12 mm. Dos extensiones telescópicas.	Se colocaron 2 redes de niebla por transecto por un periodo de 4 horas después del atardecer. Se revisaron las redes cada 30 minutos.	No aplica

Herpetofauna

Para el muestreo de la herpetofauna se utilizaron dos métodos: inventario por transecto y trampa de foso con cercas resbaladizas (Tabla V-26). La determinación taxonómica de los individuos de este grupo se realizó con el apoyo de guías especializadas como Conant y Collins (1991), García y Ceballos (1994), Myska (2013) y con el apoyo de especialistas de cada clase taxonómica.

Tabla V-26. Técnicas y esfuerzo de muestreo utilizados para la herpetofauna

Técnica	Descripción breve	Unidades de Muestreo	Equipo utilizado	Esfuerzo	Repeticiones
Inventario de transectos	Conteo de todos los reptiles y anfibios a lo largo de los puntos de muestreo definidos y cuerpos de agua aledaños.	Transectos de 365 m de longitud con recorridos en zig-zag con un ancho promedio de 4 m.	Gancho, pinzas y culebreras para serpientes, lazo corredizo, bolsas de tela y cuaderno de notas (lámpara de cabeza).	Dos recorridos diurnos de 9 a 14 hrs. y dos recorridos crepusculares de 18 a 22 hrs.	Cuatro
Trampa de foso con cercas resbaladiza	Se colocan tubos de PVC en un pozo y se erigen cercas bajas que guían hacia el foso desde direcciones opuestas. Se revisa la trampa periódicamente.	Puntos de muestreo en microhábitat: troncos, rocas, hoyos, oquedades, envés de hojas, arbustos, orillas de cuerpos de agua y epífitas.	Tubos de pvc de 40cm de largo y 15 cm de ancho, material para cercas, excavadora y pala.	Se colocaron por 24 horas con revisiones cada 12 horas.	No aplica

CASA ALVIRA

5.7.2.4. Manejo de datos

Una vez finalizado el trabajo en campo se integró una base de datos para cada área de estudio (*Casa Alvira* y ERC). Por transecto, se registró la información taxonómica (clase, orden, familia, género y especie), endemismo y categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) de las especies observadas. Además, se registró el número de individuos observados en cada repetición, características particulares del sitio de observación, el tipo de observación (directa, sonora, rastro o trampa) y el tipo de trampa. Posteriormente, se generó una matriz de abundancia y, para el cálculo de los índices de diversidad, se exportó a los programas EstimateS (Colwell 2013), PAST 4.03 (Hammer et al. 2001) y MVSP version 3.0 (Kovach 1998).

5.7.2.5. Métricas de diversidad utilizadas

Para estimar la diversidad en ambas escalas de estudio (*Casa Alvira* y ERC) se utilizó una combinación de índices que permitieron conocer sus diversos rasgos en función de dos atributos básicos: la abundancia y riqueza de especies. Los índices empleados para este propósito se muestran en la Tabla V-27.

Tabla V-27. Métricas utilizadas para estimar la diversidad en las dos escalas de estudio

Métrica	Fórmula	Observaciones
Chao 1 y Chao 2	$S_{Chao\ 1} = S_{obs} + \left(\frac{n-1}{n}\right) \frac{F_1(F_1-1)}{2(F_2+1)}$ $S_{Chao\ 2} = S_{obs} + \left(\frac{m-1}{m}\right) \left(\frac{Q_1(Q_1-1)}{2(Q_2+1)}\right)$	Para el cálculo de los valores de Chao 1 y Chao 2 se usó el programa EstimateS (Colwell 2013), usando 100 aleatorizaciones y sin reemplazo (es decir, durante el proceso de análisis cada muestra o individuo se seleccionó exactamente una vez). A partir de los datos obtenidos se construyeron las curvas de acumulación para conocer el número de especies acumuladas en relación al esfuerzo de muestreo en cada área de estudio. Si los cálculos indican que se obtuvo más del 85% de las especies esperadas en un sitio y las curvas de acumulación de especies muestran una asíntota, se puede considerar que el esfuerzo de muestreo realizado fue válido (Villarreal et al. 2006).
Índice de Margalef	$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$	Es una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad. De acuerdo con Moreno (2001) este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Además, supone que existe una relación entre el número de especies y el número de individuos (Villarreal et al. 2006).
Índice de Shannon-Wiener	$H' = - \sum p_i \ln p_i$	Se basa en la teoría de la información y, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en un área (riqueza de especies) y la abundancia relativa de individuos de cada una de esas especies (Magurran 2001). A partir de su cálculo se pueden obtener valores entre 0 (cuando la muestra está representada por una sola especie) y el logaritmo de S cuando la comunidad es totalmente equitativa (es decir, cuando todas las

CASA ALVIRA

		especies están representadas por el mismo número de individuos (Somarriba 1999; Moreno 2001; Villarreal et al. 2006).
Cálculo de equidad de Pielou	$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$	Mide la proporción de la diversidad observada en cada transecto con relación a la máxima diversidad esperada (equidad). Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988), conforme las abundancias relativas se tornen más desiguales el valor del índice tenderá a 0.
Índice de Simpon	$\lambda = \sum p_i^2$	Indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie (Moreno 2001) (grado de dominancia). El índice arroja valores entre 0 y 1, donde 1 indica que todos los individuos de la muestra pertenecen a la misma especie; y los valores tenderán a cero cuando más diversa es la comunidad.
Índice de Jaccard	$I_j = \frac{c}{a + b - c}$	Expresa el grado en el que dos sitios son semejantes entre sí tomando en cuenta su composición de especies (similitud). Para el cálculo del coeficiente se toma en consideración la presencia y ausencia de las especies en las muestras. Los valores obtenidos van desde 0 (cuando no hay especies compartidas entre las muestras) y 1 (cuando las muestras comparten las mismas especies) (Moreno 2001; Villarreal et al. 2006).
Chi² (χ²) de Pearson	$\chi^2 = \sum \frac{(fo_i - fe_i)^2}{fe_i}$	Para determinar si existe dependencia entre la fauna encontrada en ambas áreas de estudio. Para esto, se formularon dos hipótesis: - H₀=Las variables (fauna en predio y en cuenca) son independientes por lo que una variable no varía entre los distintos niveles de la otra variable. - H_a=Las variables son dependientes, una variable varía entre los distintos niveles de la otra variable.

5.7.2.6. Identificación de especies vulnerables a impactos antropogénicos

Para identificar las especies presentes que potencialmente puedan ser más vulnerables a los impactos de las actividades humanas (por ejemplo, dado una posible distribución restringida), se realizó la revisión de su grado de endemismo en el portal Enciclo Vida de la CONABIO y de su presencia en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y amparadas por la CITES.

1) Grado de endemismo

Para identificar las especies microendémicas, cuasiendémicas, semiendémicas y endémicas a México, se realizó la búsqueda de cada especie en el portal EncicloVida de la CONABIO (<http://enciclovida.mx/>) en donde se introduce el nombre de la especie, y posteriormente se revisa la sección "Acerca de". Aquellas con categoría fueron señaladas como tal en la matriz de datos y consideradas con el grado de endemismo correspondiente.

CASA ALVIRA

2) Presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Para identificar las especies presentes en ambas escalas de análisis que se encuentran catalogadas en alguna categoría de riesgo, se realizó la búsqueda de cada especie y su sinonimia en la norma referida. Aquellas incluidas en alguna categoría fueron señaladas como tal en la matriz de datos y consideradas con el grado de vulnerabilidad correspondiente.

3) Presencia de las especies en CITES

Para identificar las especies presentes en ambas áreas de estudio que se encuentran mencionadas en la CITES, se realizó la búsqueda de cada especie y su sinonimia en los tres apéndices de dicha lista. Aquellas con referenciadas fueron señaladas como tal en la matriz de datos y consideradas con el grado de vulnerabilidad correspondiente.

5.7.3 Resultados

Como resultado del muestreo de los 2 transectos en las áreas de estudio (1 en *Casa Alvira* y 1 en ERC), se registraron un total de 492 observaciones correspondientes a 74 especies, 39 familias y 20 Ordenes. A nivel de Clase, las aves fue el grupo más diverso en términos de riqueza de especies (62 especies), seguido por los mamíferos (6) y reptiles (6) en igual cantidad. Respecto al grado de endemismo y protección de las especies, se registró que 17 especies son consideradas endémicas y 18 se encuentran protegidas (9 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 9 en los apéndices del CITES).

En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos para el ERC.

5.7.3.1. Diversidad de vertebrados terrestres en el Estudio Réplica en Cuenca (ERC)

En el Estudio Réplica en Cuenca (ERC) se registró un total de 192 individuos de 44 especies, 24 familias y 14 órdenes. Del total de especies, 40 fueron aves, 2 mamíferos y 2 reptiles. En términos de abundancia, se registraron 182 observaciones para el grupo de aves (lo que representa el 95.8% de las observaciones), 4 observaciones de mamíferos (2.08%) y 6 observaciones de reptiles (3.12%) (Figura V-24 y Tabla V-28). No se registró ningún individuo del grupo de anfibios.

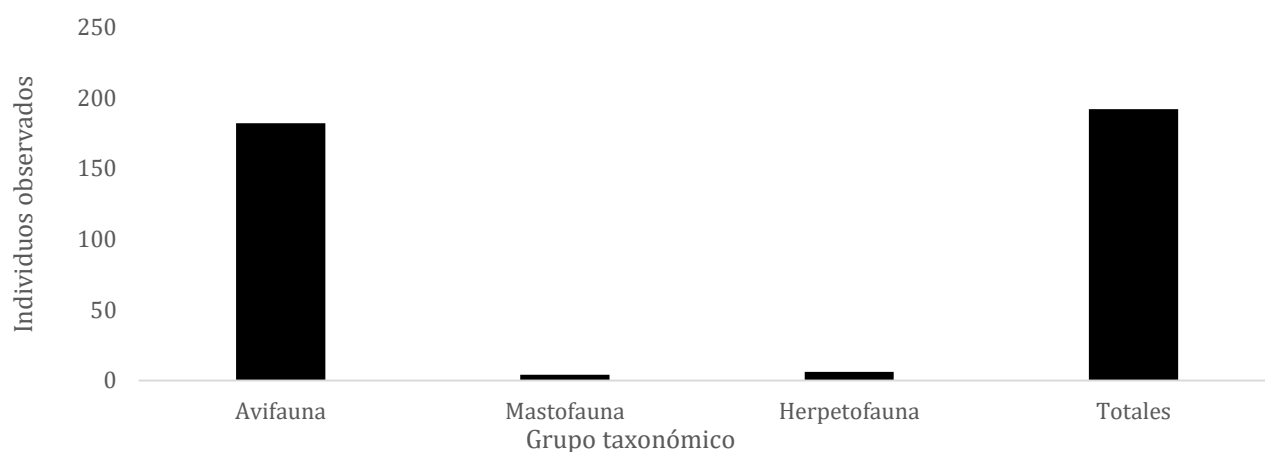


Figura V-24. Abundancia total y por grupo taxonómico registrada en el Estudio Réplica en Cuenca (ERC)

CASA ALVIRA

Tabla V-28. Riqueza específica de la comunidad de vertebrados terrestres en ERC

Clase taxonómica	Total observaciones	órdenes	familias	Total especies	categoría riesgo**	CITES	endémicas***
Avifauna	182	11	20	40	4	8	14
Mastofauna	4	2	2	2	0	0	1
Herpetofauna	6	1	2	2	0	0	1
Totales	192	14	24	44	4	8	16

Avifauna

Las especies de aves se encontraron representadas en 11 órdenes y 20 familias (Tabla V-28).

El orden más diverso fue Passeriformes con 25 especies. De éstas, la mayoría pertenecieron a las familias Tyrannidae (7 especies) y Parulidae (6 especies). Los otros 10 órdenes se integraron por máximo 3 especies. Las especies observadas con mayor frecuencia fueron *Turdus rufopalliatu*s (24.7%), *Eupsittula canicularis* (7.4%) y *Forpus cyanopygius* (7.4%) con la misma frecuencia (Tabla V-29, Figura V-25).

Tabla V-29. Registros por especie de aves muestreados en el ERC

Orden	Familia	Nombre científico	Registros	Abundancia relativa
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	3	1.65
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	1	0.55
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	0.55
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	1	0.55
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta colliei</i>	8	4.40
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	2	1.10
Passeriformes	Icteridae	<i>Cassiculus melanicterus</i>	2	1.10
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	2	1.10
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon auriceps</i>	1	0.55
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parcellina</i>	2	1.10
Trochiliformes	Trochilidae	<i>Cyananthus latirostris</i>	1	0.55
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	2	1.10
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	4	2.20
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	13	7.14
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	1	0.55
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus cyanopygius</i>	13	7.14
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	5	2.75
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	2	1.10
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	2	1.10
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	2	1.10
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	4	2.20
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	2	1.10
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	1	0.55
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis wagleri</i>	6	3.30
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius felix</i>	3	1.65
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	4	2.20
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	1.65
Passeriformes	Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	10	5.49
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	0.55
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga nigrescens</i>	1	0.55

CASA ALVIRA

Passeriformes	Perulidae	<i>Setophaga petechia</i>	6	3.30
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	4	2.20
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatu</i>	45	24.73
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	3	1.65
Passeriformes	Cotingidae	<i>Tityra semifasciata</i>	6	3.30
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	2	1.10
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	1	0.55
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	10	5.49
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo hypochryseus</i>	1	0.55
Passeriformes	Parulidae	<i>Wilsonia pusilla</i>	1	0.55

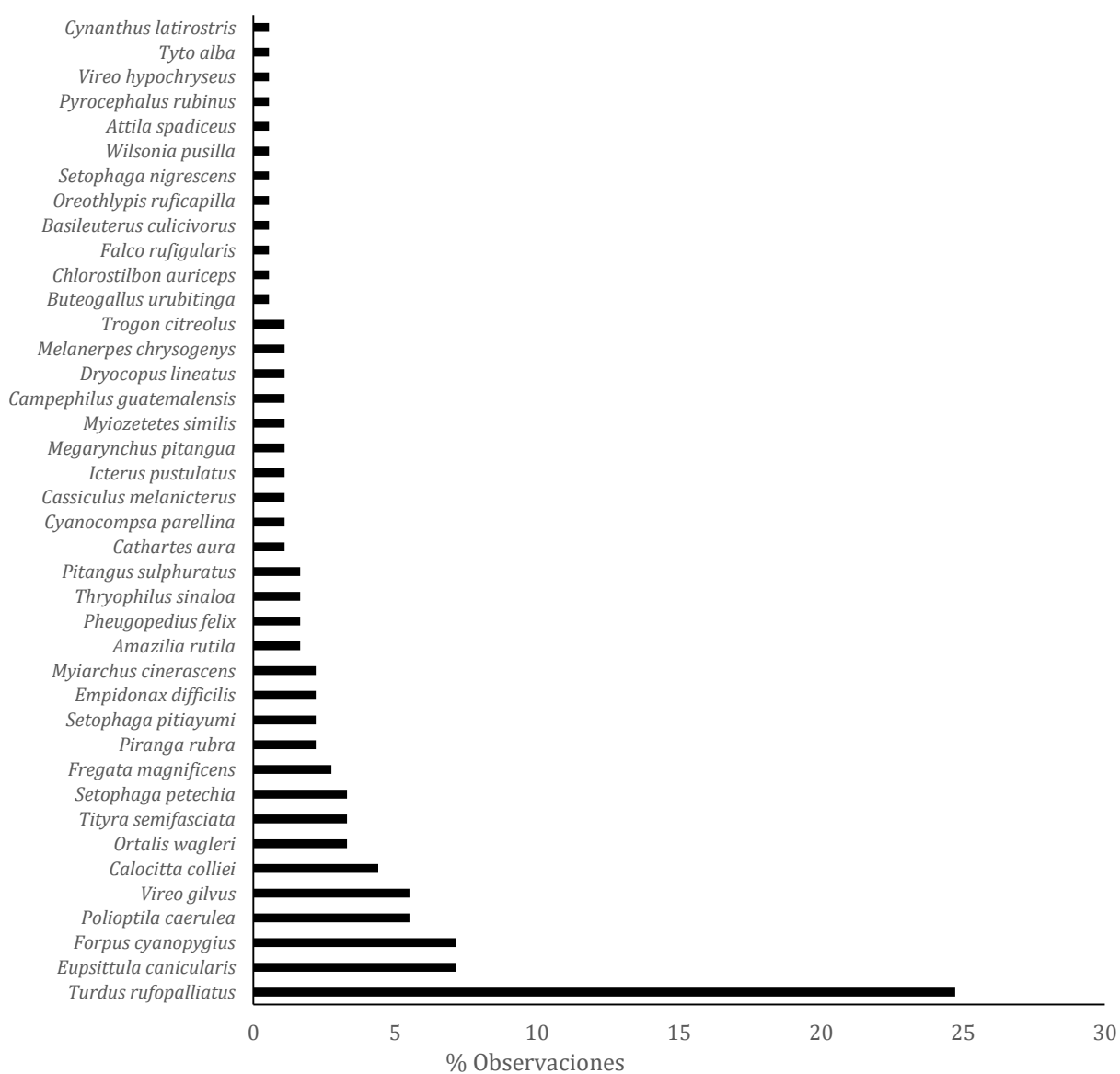


Figura V-25. Riqueza y abundancia relativa de las especies de aves registradas en ERC

CASA ALVIRA

Mastofauna

Las especies de mamíferos estuvieron representadas en 2 órdenes y 2 familias (Tabla V-28).

Con igual número de orden distribuidos en 2 familias (*Phyllostomidae* y *Cricetidae*). Las especies encontradas fueron únicamente *Artibeus lituratos* (50%) y *Peromyscus perfulvus* (50%) (Tabla V-30, Figura V-26).

Tabla V-30. Registros por especie de mamíferos muestreados en el ERC

Orden	Familia	Nombre científico	Registros	Abundancia relativa
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratos</i>	2	50.00
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus perfulvus</i>	2	50.00

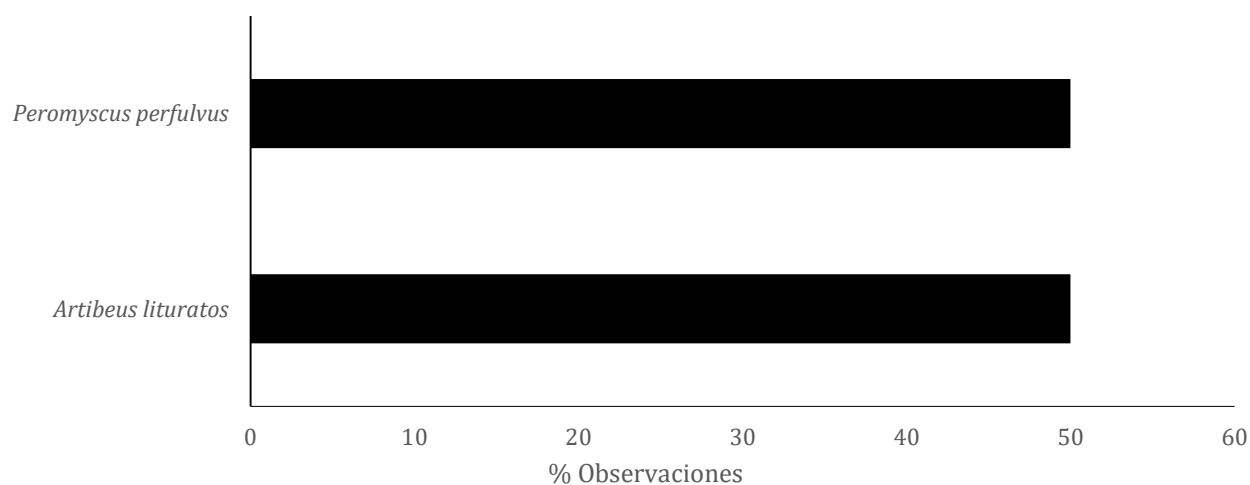


Figura V-26. Riqueza y abundancia relativa de las especies de mamíferos registradas en ERC

Herpetofauna

La herpetofauna se distribuyó en 1 orden, 2 familias (Tabla V-28).

Todas las especies pertenecen al orden Squamata, con 2 familias: Phrynosomatidae y Dactyloidae con 1 especie cada una. Las especies más registrada dentro de este grupo fue *Anolis nebulosus* (66.6%) (Tabla V-31, Figura V-27).

CASA ALVIRA

Tabla V-31. Registros por especie de reptiles muestreados en el ERC

Orden	Familia	Nombre científico	Registros	Abundancia relativa
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	4	66.67
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	2	33.33

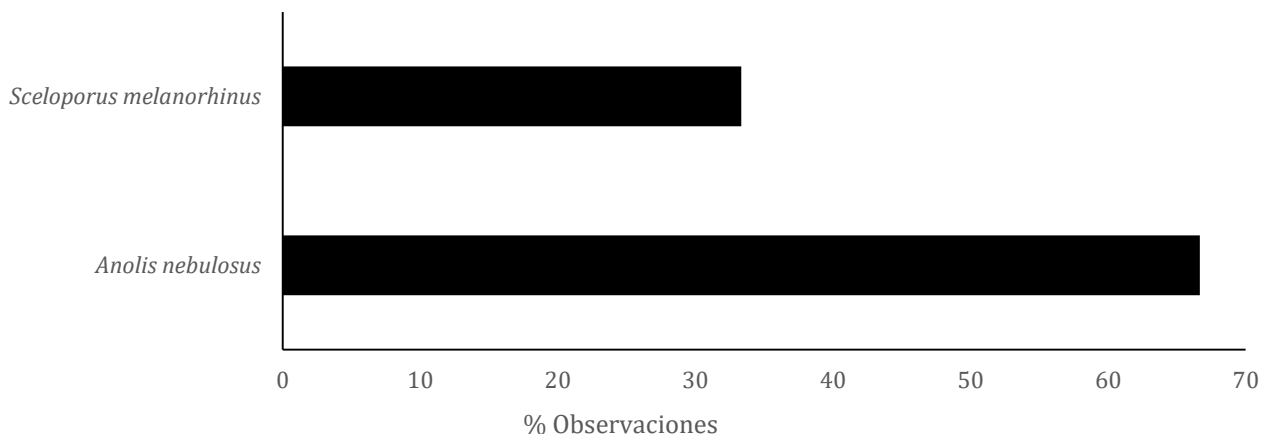


Figura V-27. Riqueza y abundancia relativa de las especies de herpetofauna registradas en ERC

5.7.3.2. Riqueza de especies esperada en el ERC

A partir del cálculo de los estimadores Chao 1 y Chao 2 (Tabla V-32) se determinó que el número de especies que se puede esperar para el área de estudio ERC es de 48 y 50, respectivamente. En ERC se registró un total de 44 especies, por lo que si consideramos la riqueza esperada estimada por Chao 1 podemos decir que reportamos el 91% de las especies presentes en el área de estudio. Si consideramos los valores obtenidos con el estimador Chao 2 podemos decir que registramos el 88% de las especies en el área de estudio. Como puede observarse en la curva de acumulación de especies (Figura V-28) generada con los datos obtenidos de los estimadores, la curva logró la asíntota a la conclusión del cuarto evento de muestreo.

Tabla V-32. Resultados del cálculo de los estimadores de Chao 1 y Chao 2

Muestras	S(est)*	Chao 1	Chao 2
1	23.75	36.19	24.45
2	33.83	45.59	41.72
3	40	52.35	50.08
4	44	48.69	50.43

S(est) se refiere al número de especies esperadas en las muestras analizadas con base en la muestra de referencia.

CASA ALVIRA

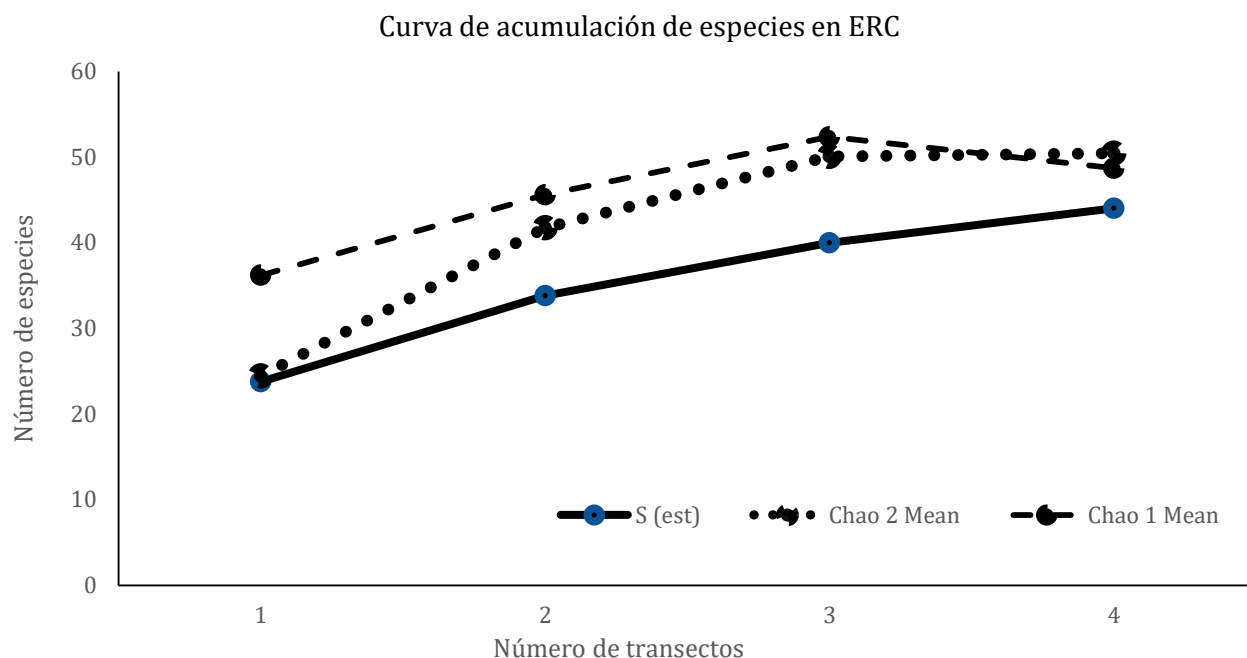


Figura V-28. Curva de acumulación de especies de fauna en el Estudio Réplica en Cuenca (ERC)

5.7.3.3. Estimaciones de diversidad en ERC

De acuerdo a los índices de diversidad calculados, el área de estudio ERC presenta una alta riqueza de especies ($D_{Mg}=8.18$). En general, en la cuenca se presenta una media a alta diversidad específica de vertebrados ($H'=3.29$) con una abundancia equitativa ($J'=0.93$) y una baja dominancia de especies ($\lambda=0.075$) (Tabla V-33).

Tabla V-33. Resultado del cálculo de estimaciones de diversidad para ERC

Índice	Valor	Intervalo de confianza	
		95% Límite inferior	95% Límite Superior
Margalef (D_{Mg})	8.18	7.99	8.18
Shannon-Wiener (H')	3.29	3.15	3.44
Equidad de Pielou (J')	0.93	0.90	0.95
Simpson (λ)	0.075	0.057	0.106

De las estimaciones de diversidad por grupo taxonómico se encontró que las aves presentan la mayor riqueza ($D_{Mg}=7.49$), diversidad específica ($H'=3.17$), uniformidad ($J'=0.86$), y la menor dominancia ($\lambda=0.08$) en el ERC. La menor diversidad específica la obtuvieron los mamíferos ($H'=0.67$), con una riqueza de especies ($D_{Mg}=0.72$). La abundancia en este grupo nos muestra que son muy similares ($J'=1.18$) y la dominancia es media ($\lambda=0.33$). Finalmente, la herpetofauna su diversidad específica fue baja ($H'=0.72$),

CASA ALVIRA

una riqueza más baja ($D_{Mg}=0.56$) y una equidad muy similar ($J'=1.04$). Y con una mayor dominancia ($\lambda=0.47$) estimada, valores que son resultado de las pocas especies registradas para ambos grupos en comparación con la avifauna (Tabla V-34, Figura V-29).

Tabla V-34. Índices de diversidad por grupo taxonómico en ERC

Índice	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna
Margalef (D_{Mg})	7.49	0.72	0.56
Shannon-Wiener (H')	3.17	0.67	0.72
Equidad de Pielou (J')	0.86	1.18	1.04
Simpson (λ)	0.08	0.33	0.47

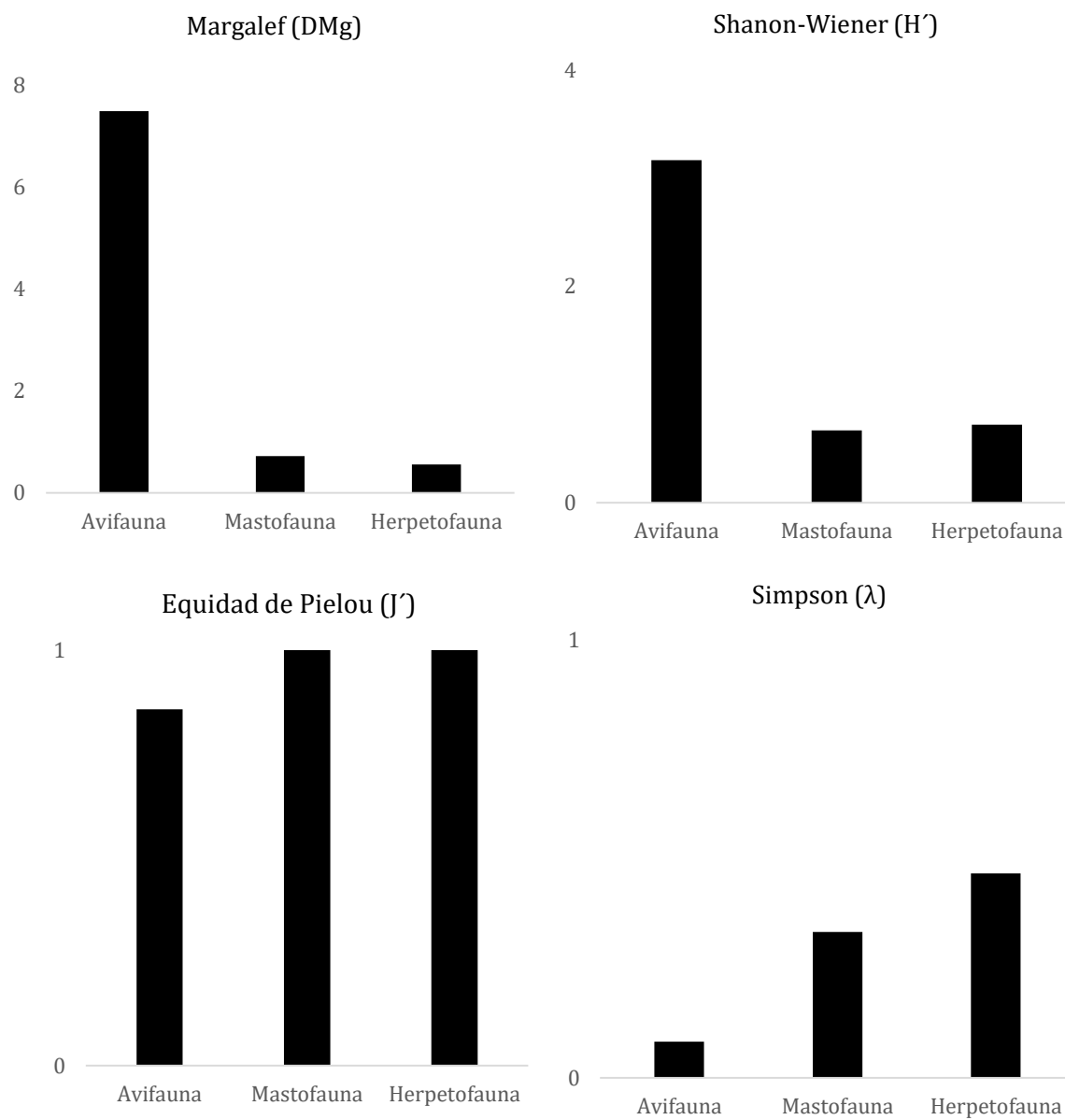


Figura V-29. Valores estimados de los índices de diversidad entre grupos taxonómicos en el ERC

CASA ALVIRA

5.7.3.4. Especies endémicas y protegidas registradas

De las especies registradas tanto en *Casa Alvira* como en ERC se determinó que 28 tienen al menos un atributo de endemismo y/o protección. Específicamente 13 especies son endémicas de México, principalmente de la Sierra Madre Occidental y las Costas Occidente y Pacífico Sur, 1 cuasiendémica y 3 semiendémicas. Además, 18 especies presentan algún grado de protección: 9 están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (7 sujetas a protección especial y 2 amenazadas); 9 tienen alguna categoría CITES.

En el ERC se obtuvo un total de 4 especies de aves registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (todas sujetas a protección especial), 8 se encuentran en alguna categoría CITES, 10 son endémicas al país, 3 semiendémicas y 1 cuasiendémica. De la clase de los mamíferos, al igual que en los reptiles, una especie es endémica (Tabla V-35)

Tabla V-35. Especies con algún grado de endemismo y protección presentes en ERC

Nombre científico	Nombre común	Nom-059	CITES	Endémico
Clase Avifauna				
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo		II	
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	II	
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca hermosa carinegra			E
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Picamaderos piquiclaro	Pr		
<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano			Cuasi E
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí piquiancho		II	Semi E
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda mexicana		II	E
<i>Empidonax difficilis</i>	Atrapamoscas occidental			Semi E
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr	II	
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero		II	
<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito catarino	Pr	II	E
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero cariamarillo			E
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño			E
<i>Pheugopedius felix</i>	Chivirín feliz			E
<i>Setophaga nigrescens</i>	Reinita Gris			Semi E
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Chivirín sinaloense			E
<i>Trogon citreolus</i>	Trogón citrino			E
<i>Turdus rufopallatus</i>	Mirlo dorso rufo			E
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común		II	
<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo dorado			E
Clase Mastofauna				
<i>Peromyscus perfulvus</i>	Ratón Pantanero			E
Clase Herpetofauna				
<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis pañuelo del Pacífico			E

Capítulo VI

Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna

Contenido

CAPITULO VI.	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO	120
6.1	Clima.....	120
6.1.1	Tipo de clima	120
6.1.2	Temperatura.....	120
6.1.3	Precipitación.....	121
6.1.4	Vientos.....	122
6.1.5	Evaporación y humedad relativa	122
6.1.6	Frecuencia de heladas, nevadas, huracanes y demás eventos climáticos extremos.....	123
6.2	Suelo.....	124
6.2.1	Tipo de suelo.....	124
6.2.2	Altimetría y pendiente.....	125
6.2.3	Topoforma y relieve	125
6.3	Hidrología local.....	127
6.3.1	Región hidrológica	127
6.3.2	Hidrología subterránea	127
6.3.3	Hidrología superficial.....	128
6.4	Uso del suelo y vegetación.....	133
6.4.1	Antecedentes	133
6.4.2	Vegetación y uso de suelo en el predio del Proyecto “Casa Alvira”	135
6.4.3	Caracterización de la vegetación	138
6.5	Caracterización de la fauna silvestre.....	144
6.5.1	Metodología del estudio de fauna	144
6.5.2	Resultados	146

CAPITULO VI. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO

A continuación se describen los elementos físicos y biológicos específicos del área sujeta al presente DTU con datos validados u obtenidos en campo.

6.1 Clima

Para la caracterización del clima en la superficie objeto de la presente solicitud se tomaron las normales climatológicas registradas para la estación "18080 San Marcos", Bahía de Banderas, Nayarit, por ser la más cercana al proyecto.

6.1.1 Tipo de clima

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen modificada por García (1989) para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, la estación meteorológica del área de estudio se encuentra bajo la influencia de un clima cálido subhúmedo, el de mayor humedad, Aw_2 (w).

6.1.2 Temperatura

La temperatura mínima diaria se registra cerca de las siete de la mañana, coincidiendo altos valores de la humedad relativa y la temperatura máxima diaria tiene lugar cerca de las tres de la tarde. Por regla general la humedad se mantiene con altos valores durante todo el día y la combinación con altas temperaturas producen calor sofocante sobre todo en los meses desde mayo hasta noviembre. Sin embargo, este intenso calor se mitiga algo cuando en horas después del mediodía y hasta el atardecer comienza a soplar la brisa marina de dirección oeste o sudoeste.

La temperatura promedio anual es de 25.7 °C; los meses más calurosos son de mayo a octubre alcanzando la temperatura máxima (28.4 °C) en agosto, mientras la temperatura mínima promedio es de 22.2°C en los meses de enero y febrero. A lo largo del año la temperatura media mensual varía en 4°C (Tabla VI-1).

Durante los meses del período lluvioso no es posible encontrar con frecuencia, condiciones de bienestar de acuerdo con los diferentes índices bioclimáticos establecidos, los que combinan determinados valores de humedad, viento y temperatura, tomándose como condición plena de bienestar humano 40-50 % de humedad, velocidad del viento menor de 5 m/s y temperatura entre 24 y 25°C. Esto sólo se registra en la zona en algunos días de los meses de enero, febrero y marzo y en horas de la mañana.

Se observa, que el mes más frío del año es febrero, aunque con un ambiente agradable, ya que las máximas no sobrepasan los 27°C, mientras que las mínimas son del orden de 16°C. En general, los meses de temperaturas más agradables son enero, febrero y marzo y los de calor sofocante son junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

Las temperaturas máximas, como promedio, se ubican en los 34°C, aunque bajo ciertas condiciones meteorológicas se registran valores extremos máximos que pueden estar en el rango de 34 a 36°C en los meses de calor más intenso.

CASA ALVIRA

6.1.3 Precipitación

En general, la precipitación pluvial se concentra en promedio en los meses de verano, por ello de junio a octubre se observan las mayores concentraciones, pero en este mes se presenta una notable disminución con referencia al mes más lluvioso que es septiembre. Es importante destacar que agosto es tan lluvioso como septiembre, con acumulados de 555 mm, siguiendo en orden descendente el mes de julio, con precipitaciones de unos 230 mm. En los meses de invierno la precipitación es muy escasa, destacándose marzo y abril, donde apenas llueve (Tabla VI-1).

Tabla VI-1. Precipitación y temperatura en la Estación "18080 San Marcos", Bahía de Banderas, Nayarit

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Precipitación	21.3	6.4	2.6	2.9	6.1	98.1	230.2	273	282	85.7	23.3	24.8	1,056.7
Temperatura	22.7	22.2	22.8	24.1	25.5	28.3	28.1	28.4	28.1	28.3	25.8	24.4	25.7

Fuente: Normales climatológicas por estado, <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=nay>

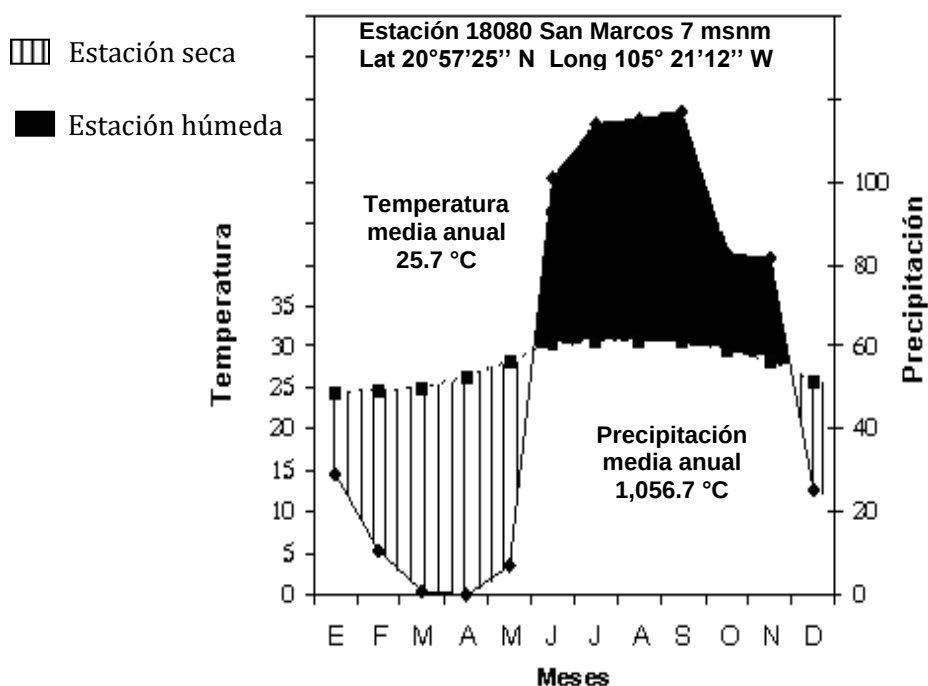


Figura VI-1. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica "18080 San Marcos", Bahía de Banderas, Nayarit

Tal como se mencionó en el Capítulo anterior, en la cuenca bajo estudio el régimen de lluvias es de verano, es decir, que la máxima precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre (Figura VI-1). Las precipitaciones en la estación húmeda superan el 60% del total anual. La zona se encuentra también expuesta a los huracanes del Pacífico que junto con las depresiones y tormentas tropicales aportan una cantidad importante de humedad a la zona.

Analizando las causas de las lluvias se concluye que entre el 50 y 60 % son de origen convectivo, es decir, por el calentamiento que tiene lugar en la zona tropical durante el día, que combinado con la alta

CASA ALVIRA

humedad, produce grandes nubes de tormenta, sobre todo en la tarde y la noche. El resto, es a causa de las ondas tropicales que cada un promedio de 5 a 6 días perturban el área en los meses de verano, con grandes aportes de humedad y de la influencia de los ciclones tropicales del Pacífico oriental, que aun cuando son pocos los que afectan de manera directa, otros lo hacen al pasar por los mares cercanos a la zona, como fue el caso del huracán Isis, que el 11 de septiembre de 1998 azotaba a Baja California Sur y el arrastre de humedad producía fuertes lluvias que cubrían la costa de Sinaloa, Nayarit y Jalisco.

Este tipo de perturbaciones ciclónicas que se producen en el Pacífico introducen humedad, originando la formación de superficies frontales con presencia de mal tiempo durante varios días. Estas perturbaciones precipitan en la región entre 200 y 300 mm de lluvia adicional.

6.1.4 Vientos

La Tabla VI-2 muestra la información relativa a los vientos dominantes en el área de influencia del proyecto. Se tiene a lo largo del año una frecuencia alta de calma (42.6%); los vientos con dirección SSW, SW y WSW predominan en la región.

Tabla VI-2. Vientos dominantes en la zona en que se inscribe el predio

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)
Calma	42.6	0
N	1.9	3.1
NNE	1.7	3.1
EN	2.1	3.1
ENE	0.1	4.1
E	0.2	3.1
ESE	0	0
SE	0.3	6.2
SSE	0	0
S	1.7	5.1
SSW	13	8.7
SW	17.4	6.2
WSW	14	6.2
W	2.5	5.1
WNW	0.5	5.7
WN	2	3.1
NNW	0	0

Fuente: Aeropuerto de Puerto Vallarta, 1994

De mayo a octubre, los vientos reinantes en la zona, por su frecuencia, son los del Sur durante la primavera (51%) y del Este en el verano y parte del otoño (34%), mientras que el restante 15% no se especifica.

De noviembre a diciembre, predominan los vientos dominantes del Noroeste (51%), Sur en una frecuencia del 15%, mientras que el restante 34% no está disponible.

6.1.5 Evaporación y humedad relativa

El índice de evaporación es mucho más significativo durante los meses de abril, agosto y marzo siguiendo en importancia noviembre, octubre, febrero, septiembre, enero, diciembre y julio, en ese orden, con mínimos absolutos en mayo y junio. La evapotranspiración presenta niveles altos (1,800 a

CASA ALVIRA

2,000mm anuales) característicos de la zona del Trópico Seco. La humedad relativa media anual que corresponde a la zona, según Rzedowsky (1988), es de 80%, siendo de las más altas del Pacífico Mexicano.

6.1.6 Frecuencia de heladas, nevadas, huracanes y demás eventos climáticos extremos

Las nieblas hacen su aparición en el área a partir del mes de Mayo y se va incrementando su ocurrencia hasta un máximo en septiembre, para disminuir drásticamente a partir de Noviembre. Su ocurrencia tiene lugar, sobre todo, al final de la noche y en las primeras horas de la mañana, comenzando su disipación gradualmente a medida que el sol aparezca en el horizonte.

Por lo general es una zona donde prevalece la poca nubosidad la mayor parte del año, siendo los meses más despejados Febrero, Noviembre, Abril y Marzo, en ese orden. Julio, es el mes más nublado del año y le siguen el resto de los meses del período de lluvias y esto es debido a la afectación de los sistemas meteorológicos propios de la época del año y las condiciones naturales de la región.

El granizo es un tipo de precipitación en forma de pedriscos de hielo, que está asociado al desarrollo de intensas tormentas eléctricas de verano, las cuales de manera natural aparecen en los meses del período de lluvias. El mes de mayor ocurrencia de este fenómeno en la zona es Septiembre, lo que coincide como que es el más lluvioso del año.

La zona costera del Pacífico Mexicano es vulnerable al impacto de los ciclones tropicales (CT) que se originan en el Pacífico oriental desde la segunda quincena de Mayo hasta finales de Octubre, como promedio. Sin embargo, hay zonas con mayor probabilidad y períodos de recurrencia de impactos, que otras. El área de Bahía de Banderas no es de las más azotadas, pero recibe la influencia indirecta, fundamentalmente en lluvias y marejadas, de los CT que se mueven paralelo y cerca de sus costas.

La cronología de CT del Pacífico oriental desde 1949 hasta la fecha indica que de manera directa, el área de estudio ha sido impactada en unas 9 ocasiones, lo que da una frecuencia relativamente baja, aunque ha sido mayor el efecto indirecto de los que traen trayectorias paralela a la costa.

La mayoría de los huracanes que han azotado la zona han sido de categoría 1 y 2 en la escala Saffir-Simpson, o sea, aquellos con vientos máximos entre 120 y 150 km/h y sólo "Rosa" en octubre de 1994 fue catalogado como de categoría 3, con vientos de 180km/h. Los meses de mayor peligro por azote de CT para la zona son Septiembre y Octubre y sobre todo este último.

De acuerdo al Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México del Atlas Nacional de Riesgo de la República Mexicana, editado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona de Bahía de Banderas, se encuentra en la categoría Mediana de Incidencia de Ciclones. La Tabla VI-3 enlista los ciclones tropicales más importantes que han afectado directa o indirectamente el área de influencia del proyecto en los últimos años. Los efectos más importantes de estos sistemas sobre la zona de influencia del proyecto son: el viento, las marejadas o mareas de tormenta y la precipitación pluvial.

CASA ALVIRA

Tabla VI-3. Ciclones más importantes que han impactado de manera directa o indirecta el predio

Año	Nombre	Categoría Saffir-Simpson	Duración	Vientos máximos	Lluvia Máxima	Área de penetración
1995	Henriette	I	1-8 de Sept.	120 km/h	115 mm	Cabo San Lucas, B.C.S.
	Ismael	I	12-15 de Sept.	120 km/hr	197 mm	Bahía de Topolobampo, Sin.
1996	Boris	II	24-27 de Jun.	155 km/hr	250 mm	Lázaro Cárdenas, Mich.
	Fausto	I	10-14 de Sept.	140 km/hr	150 mm	Todos Santos, B.C.S.
	Hernan	ND	1-5 de Oct.		422.3 mm	Barra de Navidad, Jal.
1997	Nora	I	16-25 de Sept.	140 km/hr	337 mm	San Felipe, B.C.
	Olaf	DT	8-12 de Oct.	55 km/hr	75 mm	Manzanillo, Col.
1998	Frank	ND	6-9 de Agosto		98 mm	Punta Abreojos, B.C.S.
	Isis	I		120 km/hr	330 mm	San José del Cabo, B.C.S.
1999	Greg	II	5-9 de Sept.	150 km/hr	400 mm	Cabo San Lucas, B.C.S.
2000	Carlota	IV	18-25 de Jun.	260 km/hr	ND	70 km de Isla Socorro, Col. (NP)
	Ileana	I	13-16 de Ago.	140 km/hr	ND	91 km de Cabo San Lucas (NP)
	Lane	II	5-13 de Sept.	195 km/hr	ND	Marejadas en Col., Jal., Nay. (NP)
	Miriam	TT	15-17 de Sept	ND	ND	Marejadas en Col, Jal., Nay., B. C.S., Son., (NP)
	Norman	TT	19-22 de Sept.	ND	ND	Guerrero y Sinaloa
	Olivia	TT	2-10 de Oct.	ND	ND	Marejadas en Gro., Col, Jal., Nay., B.C.S. (NP)
2001	Adolf	H	25 May.-01 Jun.	ND	ND	Marejadas en Gro., Mich., Col., Jal., (NP)
	Dalila	H	21-28 de Jul.	ND	ND	Marejadas en Gro., Mich., Col., Jal., (NP)
	Flossie	H	26 Ago.-02 Sept.	ND	ND	Marejadas en Jal., B.C.S. (NP)
	Ivo	TT	10-15 de Sept.	ND	ND	Marejadas Gro., Mich., Col., Jal., Nay., BCS, (NP)
	Juliette	H	21 Sept.-03 Oct.	ND	ND	Bahía Magdalena, BCS y Son; BC, marejadas Pacifico Mexicano
	Lorena	TT	02-04 de Oct.	ND	ND	Marejadas en Col., Jal., (NP)
2002	Kenna	V	20-26 de Oct.	260 Km/hr		San Blas, Nay. Marejadas catastróficas en Puerto Vallarta, Jal., Nay. y Sin.

6.2 Suelo

6.2.1 Tipo de suelo

La clave de suelo (WRB) correspondiente al predio es PHlep+LPmo+LPeu/1 (Phaeozem léptico + Leptosol mólico + Leptosol eútrico).

Los **Phaeozems** cuentan con un horizonte mineral superficial muy oscuro (horizonte mólico), con acumulación de materia orgánica, sin carbonatos secundarios y con alta saturación de bases, con roca continua o material duro técnico que comienza a menos de 50 cm de profundidad; porosos, fértiles y con peligro grave por erosión por viento y agua. Su utilización con fines agrícolas es muy restringida, ya que además del relieve accidentado en que están, presentan un estrato rocoso a menos de 50 cm de profundidad.

CASA ALVIRA

Los **leptosoles** son suelos delgados con roca continua o material duro técnico a menos de 25 cm de profundidad o con muchos fragmentos gruesos, generalmente con horizonte superficial mineral relativamente grueso, de color oscuro, con alta saturación de bases, de moderado a alto contenido de materia orgánica, cuando seco no es masivo y duro y presenta una estructura granular o en bloques angulares, particularmente común en regiones montañosas y terrenos en elevada o mediana altitud con fuerte pendiente topográfica donde las rocas han resistido la meteorización y en áreas intensamente erosionadas, poco aptos para la agricultura y altamente vulnerables a la erosión por deterioro de bosques.

En el caso del predio, de acuerdo el Estudio de Mecánica de Suelo elaborado por PEEI Vallarta en noviembre de 2020 (documento adjunto), de tres sondeos a una profundidad de 0.60 metros se encontró una capa constituida por una arcilla arenosa con gravillas y gravas, de color café claro, en estado compacto con profundidades de 40 a 60 cm a la que le sigue un estrato de granito muy compacto. Con lo cual se puede concluir que el suelo presenta características entre el Phaeozem y el Leptosol, ya que la roca madre se puede encontrar a menos de 50 cm de profundidad, es decir, posee un horizonte léptico, más específicamente de tipo epiléptico, ya que la roca se sitúa entre 25 y 50, incluso menor, por lo que es común encontrar afloramientos rocosos (Figura VI-2).

Se trata de un sustrato poco consolidado, por lo que es frágil y poco estable. Su textura gruesa le permite una baja capacidad de escurrimiento superficial y un buen drenaje. En el predio el suelo no presenta signos de erosión, a pesar de que en zonas específicas del terreno la pendiente es muy fuerte (Figura VI-2).

6.2.2 Altimetría y pendiente

El predio bajo estudio tiene una pendiente moderada en la parte norte, en su ingreso, donde colinda con el camino principal. En su parte media corre un parteaguas en dirección Noroeste-Sureste, lo que genera dos laderas: una con cara al Norte-Noreste, y otra con cara al Oeste-Noroeste. Las pendientes van del 25% al 60%, alcanzando un promedio del 38%. La diferencia entre las cota más baja: parte norte, justo en el ingreso, 20 msnm, y la más alta: porción sureste, en su límite con la parcela 727 y la fracción 6, 81 msnm, es de 61 m. La porción sur del terreno, ubicada entre el camino de acceso y su límite con la parcela 727, entre las cotas 60 msnm y 72 msnm, se localiza una ladera con cara Norte rematada en una cúspide; dicha porción de terreno será aprovechada por el proyecto para concentrar las actividades de cambio de uso de suelo (Figura VI-3).

6.2.3 Topoforma y relieve

El terreno pertenece a la provincia fisiográfica *Sierra Madre del Sur*, subprovincia *Sierra de la Costa de Jalisco y Colima*, y al sistema de topoforma *Sierra alta compleja*, en la que se presentan los tipos de topoformas crestas/terrazas/cornisas/taludes, con una pendiente media que va del 16 al 40%. Sus principales formaciones superficiales son depósitos de lavas intermedias y básicas con brechas y conglomerados; los suelos son residuales, superficiales, de textura media y de alta erodabilidad.

CASA ALVIRA

Figura VI-2. Diferentes aspectos del suelo en el lote objeto del presente estudio. Arriba, aspecto del material parental en áreas de corte de las obras presentes. Abajo, detalle del suelo, generalmente poco profundo y lábil, con afloraciones rocosas y en algunas porciones, con gran contenido de materia orgánica.

CASA ALVIRA

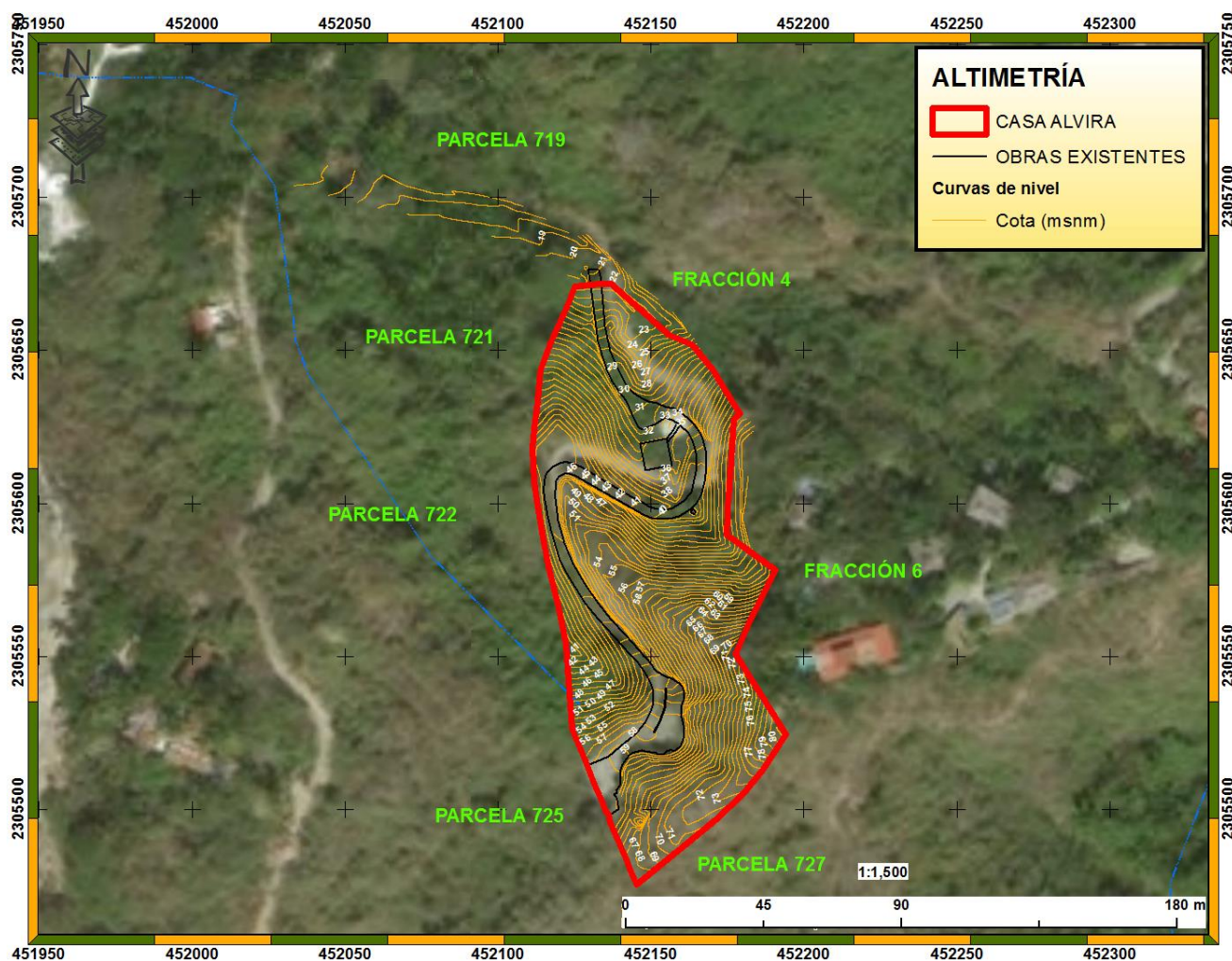


Figura VI-3. Curvas de nivel del predio bajo estudio

6.3 Hidrología local

6.3.1 Región hidrológica

El predio se encuentra comprendido dentro de la Región Hidrológica 13, Huicicila-San Blas; Cuenca B, Río Huicicila-San Blas; Subcuenca a, Río Huicicila, y a la microcuenca La Cruz de Huanacastle (Código 13-054-07-008).

6.3.2 Hidrología subterránea

El proyecto “Casa Alvira” se inscribe en la zona del acuífero Zacualpan-Las Varas de la región hidrológico-administrativa VIII “Lerma-Santiago-Pacífico” de la CONAGUA (CNA, SINAI 2018). Este acuífero abarca porciones de los municipios de Compostela y Bahía de Banderas. Es un acuífero libre de buena potencialidad y actualmente no está sujeto a decretos de veda.

CASA ALVIRA

Este acuífero se localiza en la porción Noreste del municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, con una superficie de 1,358.9 km²; se caracteriza por tener comunidades formadas de vegetación arbórea sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, que ayudan a la regulación hidrológica, control de la erosión y el mantenimiento de la humedad de los suelos. En la mayoría de los casos la capacidad de infiltración supera la intensidad de las lluvias, lo que significa que la mayor parte del agua que llega al suelo bajo cobertura forestal infiltra. Estas altas tasas de infiltración favorecen aguas de alta calidad (Disponibilidad por acuífero, 1806. CONAGUA, 2020).

La profundidad del nivel estático en pozos y norias es de 4 a 10 metros y la restitución estimada, debido a que no se han nivelado los brocales, es de 0.5 m/año. La dirección del flujo subterráneo del agua es hacia el noroeste. En general el agua es apta para todos los usos. Sólo en Rincón de Guayabitos no es potable debido a cantidades altas de ion ferroso. Para el año 1999, la mayor parte se destinaba al servicio público-urbano y en segundo término al uso agrícola, sin que hubiera evidencias de contaminación por descarga de aguas negras (INEGI, 2000).

Disponibilidad de agua

El acuífero Zacualpan-Las Varas tiene una capacidad de recarga total media anual de 74.2 millones de m³, un volumen concesionado de agua subterránea de 21.67 millones de m³, y finalmente, una disponibilidad media anual es de 14.03 millones de m³ (este último corresponde al volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas), por lo que existe un excedente positivo potencialmente aprovechable (Tabla VI-4).

Tabla VI-4. Disponibilidad media anual de agua subterránea. Acuífero Zacualpan-Las Varas, 2018

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VIII "LERMA-SANTIAGO-PACIFICO"								
Clave	Nombre del Acuífero	Sobreexplotado	Intrusión	Salinización	Recarga	Extracción	Disponibilidad	Área (km²)
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES (hm³)						
1806	ZACUALPAN-LAS VARAS	NO	NO	NO	74.20	21.67	14.03	1,363.06

FUENTE: Detalle de los acuíferos de México 2020. Sistema Nacional de Información del Agua. CONAGUA. Subdirección General Técnica.

6.3.3 Hidrología superficial

En las cercanías del predio bajo estudio no existen embalses o cuerpos de agua de importancia. La principal corriente superficial ubicada en las inmediaciones del predio evaluado es el Arroyo Las Piñas, flujo de agua torrencial intermitente en época de lluvias que cruza por el poblado de Sayulita, en dirección sureste-noroeste. El arroyo Las Piñas también recibe aportes del Arroyo Sayulita; su longitud es de seis kilómetros, aproximadamente (Figura VI-4).

CASA ALVIRA



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Carta topográfica 1:50 000 (INEGI 2001).

Figura VI-4. Hidrología superficial en las inmediaciones del predio

A escala predial se pueden distinguir un par de escurrimientos de tipo instantáneo que inician dentro del polígono, lo cruzan y continúan el drenaje aguas abajo (Figura VI-5 y Figura VI-6).

El escurrimiento 1 se localiza en la mitad Norte del terreno, comenzando en la parte Este (en colindancia con la Fracción 6) en una ladera de cara al Norte. El drenaje primero es conducido a un registro donde a través de un tubo corrugado el agua es transferida por debajo del camino construido. Sigue su descenso hasta llegar a una cisterna donde el flujo se bifurca a través de las cunetas construidas a cada lado de ésta. Posteriormente llegan a una rejilla de hierro ubicada en el área del rodamiento del camino. En este registro pluvial arenoso se colecta el flujo y mediante un tubo corrugado de 40" se cruza por debajo del camino hasta llegar a su cauce natural. El flujo sigue rumbo al Norte corriendo paralelo al camino de ingreso hasta salir del predio, donde se le une otro escurrimiento proveniente de la Fracción 4, y continua su curso hacia la parcela 719, aguas abajo (Figura VI-5).

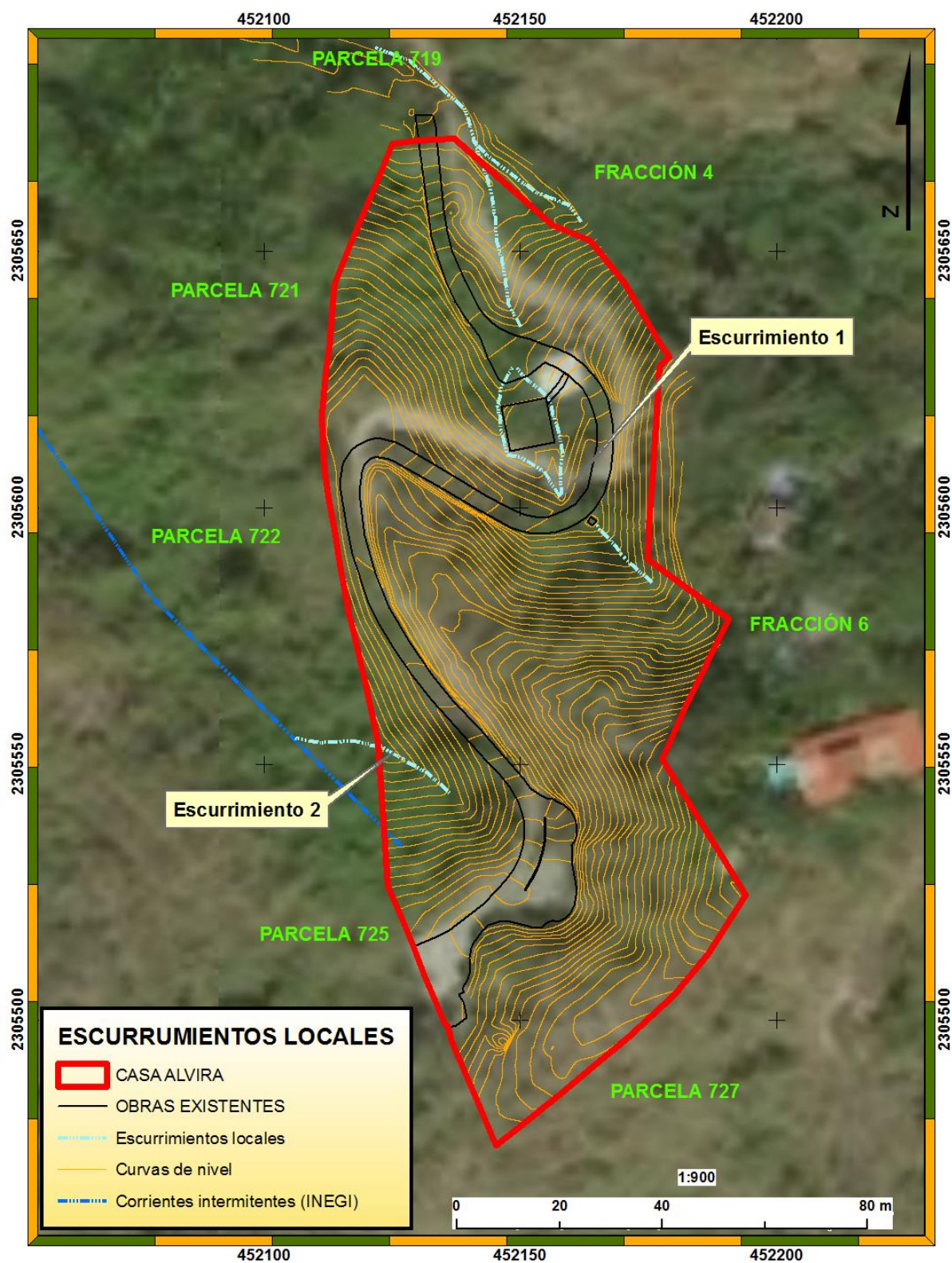
El escurrimiento 2 se origina en la porción Sur del predio, en una ladera con cara al Noroeste, recorre unos 20 m dentro del terreno en dirección Oeste y sigue su recorrido en la parcela contigua (722).

CASA ALVIRA

Dentro del predio el área de escurrimiento está protegida por vegetación arbórea y arbustiva, por lo que no presenta problemas de erosión. De acuerdo a la red de drenaje de la carta topográfica F-13C-58, existe un escurrimiento que nace en la parte Oeste del terreno y después de 320 m en dirección al Noreste desemboca en el litoral. Este segundo escurrimiento parece formar parte del reportado oficialmente, sólo que la pequeña discrepancia en su recorrido se debe a diferencias en escala (Figura VI-5).

Así pues, por su ubicación dentro de la unidad de análisis -parte más baja de la microcuenca-, su entorno hidrológico local, así como la infraestructura construida para el manejo de escurrimientos pluviales (obras actuadas por Profepa) (Figura VI-6) el proyecto en cuestión no representa un riesgo de impacto ambiental a elementos y procesos hidrológicos.

CASA ALVIRA



Fuente: World Imagery Basemap, ESRI. Elaboración propia.

Figura VI-5. Ubicación de los escurremientos instantáneos que cruzan parcialmente el terreno

CASA ALVIRA



Figura VI-6. Obras construidas en el terreno para el manejo de escurrimientos pluviales (actuadas por PROFEPA)

6.4 Uso del suelo y vegetación

Tal como se explica en el **Capítulo 5, Apartado 5.6 Uso de suelo y vegetación** (escala microcuenca), la caracterización de la vegetación en el caso del predio objeto del presente estudio también se hizo con base en la revisión de literatura y se complementó con los resultados del estudio florístico elaborado ex profeso. Por consiguiente, el presente apartado se muestran los hallazgos más importantes. Para una revisión más puntual de la metodología y de los resultados obtenidos se recomienda revisar el documento "Estudio Técnico Justificativo predio "Casa Alvira" – Análisis Florístico", adjunto al presente documento.

6.4.1 Antecedentes

Como se mencionó en la descripción general de la cuenca, el tipo de vegetación predominante en las inmediaciones de la zona de estudio es la selva mediana subcaducifolia conservada y mezclada con vegetación arbustiva y secundaria. Es muy exuberante y presenta cierta complejidad florística. Su fisonomía y fenología lo colocan en una situación intermedia entre el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical decíduo; pues si bien, una buena parte de las especies pierde sus hojas durante el periodo seco, hay muchos árboles que no se defolían totalmente y otros lo realizan durante un periodo corto, a veces de unas solas semanas. Localmente, esta selva presenta cierto grado de perturbación. Al igual que en otras áreas de la CHF, la perturbación de esta vegetación probablemente pudo derivarse del impacto de la actividad humana y/o de disturbios naturales.

A nivel predial, dadas las características del uso actual del suelo y vegetación, se puede considerar que salvo las obras actuadas por la Profepa, mismas que ocupan una superficie de 1,450 m², el resto de la superficie (8,946.08 m²) tiene un uso forestal, no obstante, las características dasométricas evaluadas demuestran que el predio bajo estudio difiere un poco de la complejidad florística y estructural del ecosistema en que se encuentra inmerso.

Lo anterior considerando las definiciones establecidas en la normatividad en la materia. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define a un **terreno forestal** como aquel que "...está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales", en tanto que la **vegetación forestal** se define, según la misma ley, como "el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas, y semiáridas y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales" (Artículo 7).

Así mismo, esta ley define a la **selva** como "ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuals y guamiles y que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía".

CASA ALVIRA

Zona ecológica

La unidad de análisis y predio bajo estudio se inscriben en la región ecológica Tropical Subhúmeda de la Zonificación Ecológica de México Escala 1:1,000,000, realizada por Toledo y Ordóñez (2009) con el financiamiento de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Para mayor información véase Capítulo V, Apartado 5.6.1.

Zonificación Forestal (CONAFOR)

La ubicación del predio en la cartografía de Zonificación Forestal elaborada por la CONAFOR en 2011¹ indica que el predio se ubica en la zona de PRODUCCIÓN (Figura VI-7).

La Zonificación Forestal, de acuerdo al artículo 48 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), es El Instrumento de política forestal en el que se identifican, agrupan y ordenan los terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales, por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras, con fines de manejo y con el objeto de propiciar una mejor administración y contribuir al desarrollo forestal sustentable.

La Zonificación Forestal oficial fue publicada por la Comisión Nacional Forestal el 30 de noviembre de 2011 en el Diario de la Federación mediante el *Acuerdo por el que se integra y organiza la Zonificación Forestal* con su cartografía digital correspondiente en la página de internet <http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/zonificacion>, entrando en vigor 30 días naturales a partir de su publicación.

La sobreposición del polígono en la cartografía de la Zonificación Forestal ya referida señala que éste se inscribe en una zona denominada "DE PRODUCCIÓN", es decir, en una zona susceptible de ser aprovechada, por lo que el proyecto es congruente con esta política ambiental gubernamental.

¹ Comisión Nacional Forestal. Sistema Nacional de Información Forestal. Zonificación Forestal (<http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/zonificacion>).

CASA ALVIRA

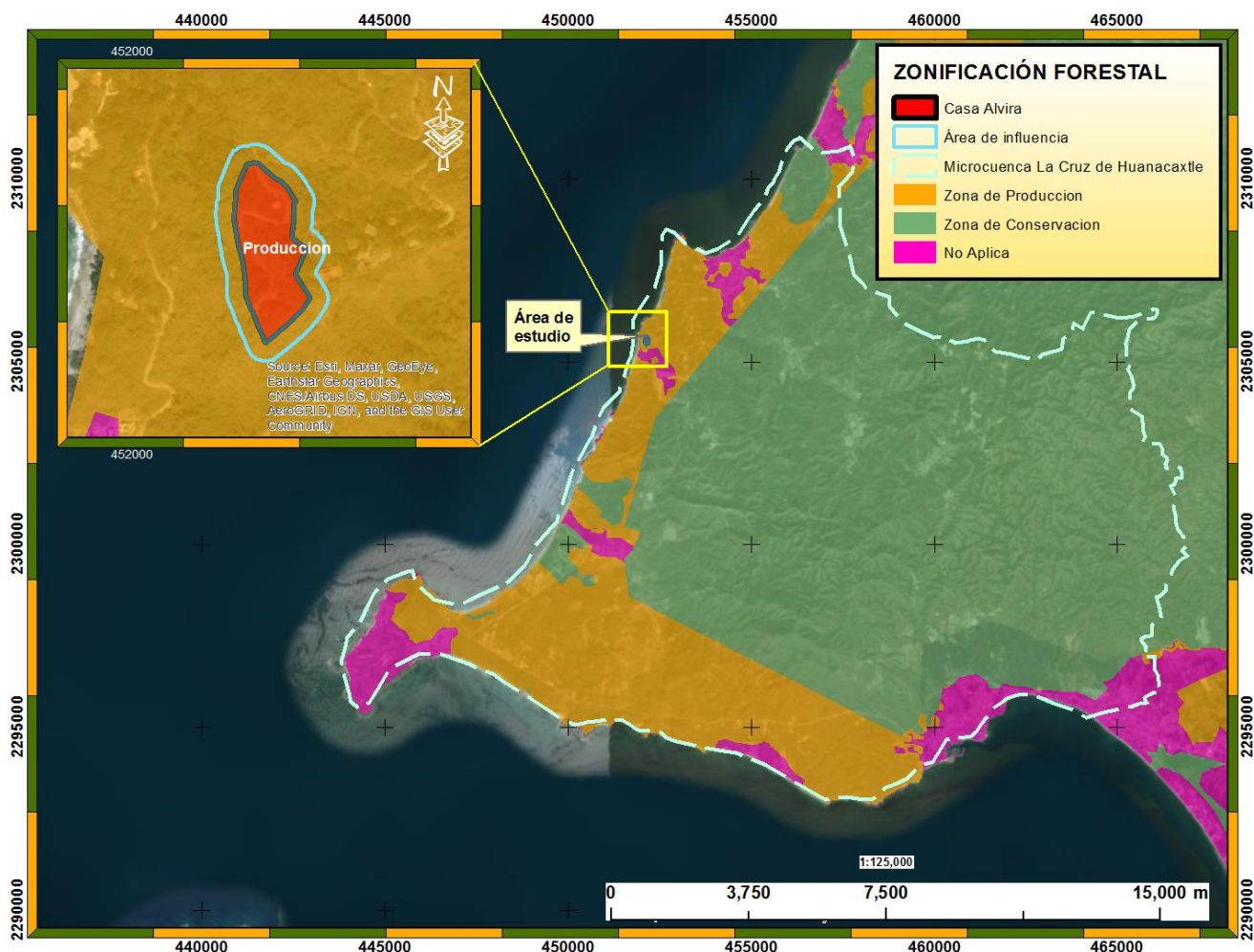


Figura VI-7. Zonificación forestal *sensu* Sistema Nacional de Información Forestal (CONAFOR)

6.4.2 Vegetación y uso de suelo en el predio del Proyecto “Casa Alvira”

La sobreposición del predio en la Carta de Recursos Forestales 1:50 000, clave F13 C58, Punta Sayulita, Nayarit, cuando se despliega el campo “CLAVE DE VEGETACIÓN” (columna CVE_VE del archivo *shape*) señala que éste se localiza en la categoría SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA (Clave SMS) (Figura VI-8).

No obstante, a otro nivel de detalle, cuando se despliega el campo “ESTADO SUCESIONAL” (columna EDO_SUCESI del archivo *shape*), entonces la vegetación del predio cae la categoría: i) selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa) (Figura VI-9).

De acuerdo a lo anterior, el predio ciertamente sustenta vegetación forestal con predominio de la SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA, pero ésta exhibe diversos grados de perturbación antrópica que se traducen en la combinación de especies forestales típicas de la vegetación dominante con otras de tipo secundario de tipo arbustivo (SMS/VSa) (Figura VI-9).

CASA ALVIRA

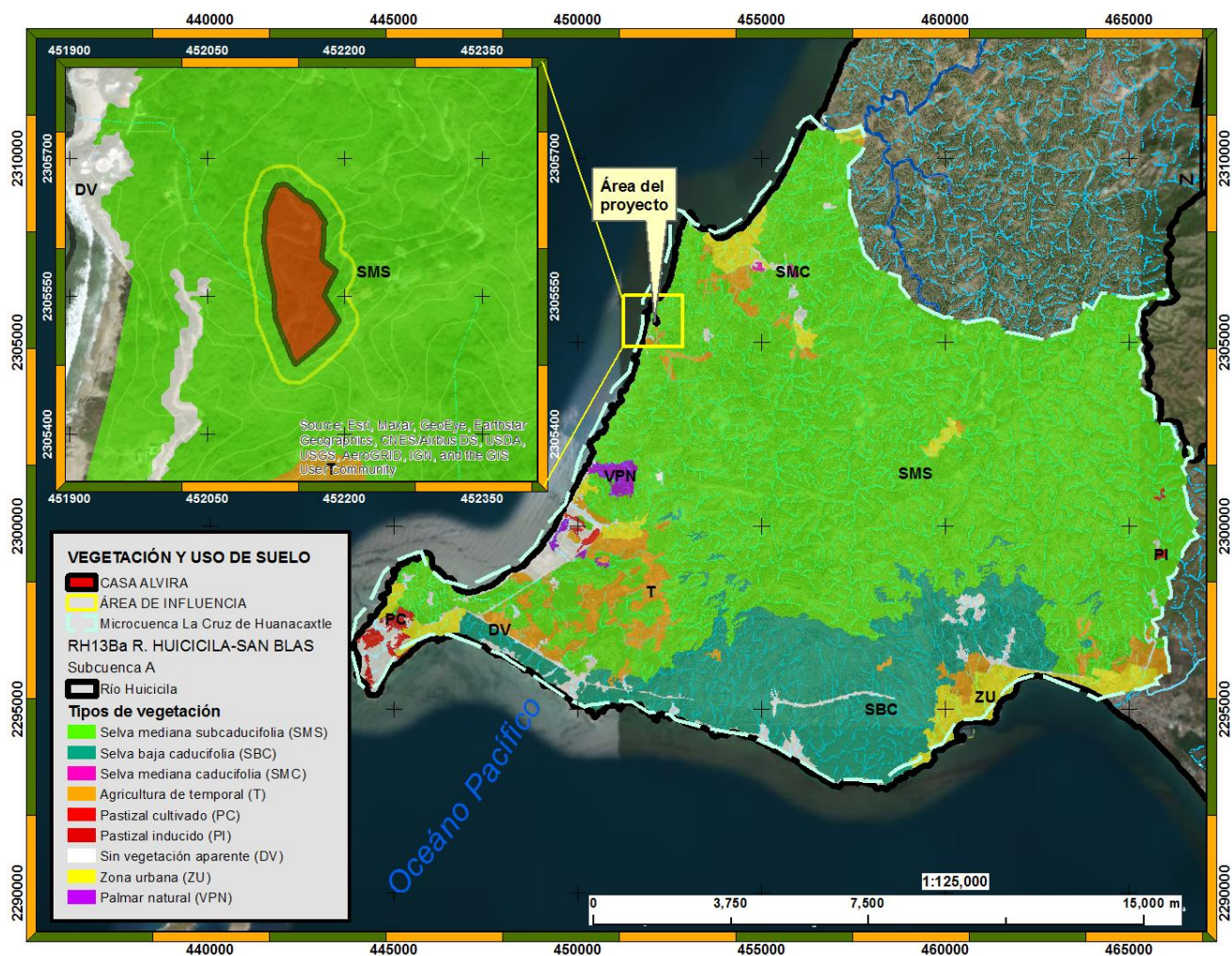


Figura VI-8. Ubicación del predio respecto de la carta de Recursos Forestales F13 C58 Punta Sayulita (Conafor-Inegi 2015)

CASA ALVIRA

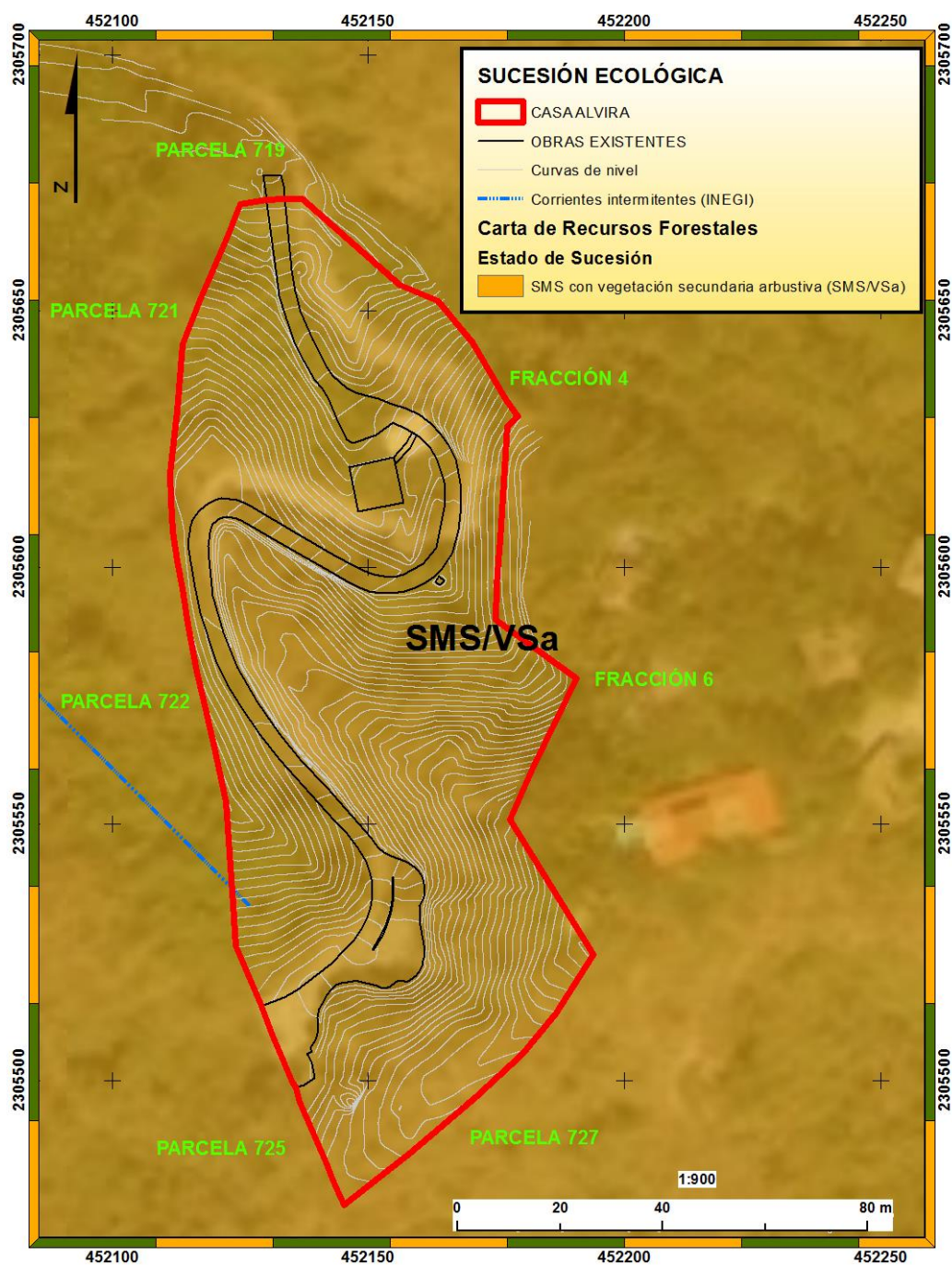


Figura VI-9. Estado de sucesión ecológica correspondiente al predio de acuerdo a la carta de Recursos Forestales F13 C58 Punta Sayulita (Conafor-INEGI, 2015).

CASA ALVIRA

6.4.3 Caracterización de la vegetación

Este apartado complementa lo expuesto en el **Apartado 5.6.3. Caracterización de la vegetación** en el **Capítulo V** del presente documento, con la información relativa al predio bajo estudio. El detalle del trabajo de campo y los resultados pueden consultarse en el documento anexo "Estudio Técnico Justificativo predio Casa Alvira – Análisis florístico".

6.4.3.1. Metodología del estudio florístico

La metodología del estudio florístico, a las dos escalas de estudio (cuenca y predial), se describe en el **Capítulo V, Apartado 5.6.3. Caracterización de la vegetación** (escala microcuenca) del presente estudio. Aquí sólo se presenta lo relacionado a aquellos aspectos que son específicos al predio bajo estudio.

Unidades de muestreo

Por el tamaño del predio del proyecto *Casa Alvira*, las unidades de muestreo para el levantamiento de información florística sumaron 2 unidades en total. Como cada unidad de muestreo corresponde a un transecto de 5 x 50 m, se tiene una superficie total de muestreo de 500 m². La ubicación y el listado de los transectos establecidos a escala predial se muestra en la Tabla VI-5 y Figura VI-10.

Tabla VI-5. Coordenadas del punto inicial y final de las unidades de muestreo (transectos) establecidas en el predio

No.	Código de transecto	Punto a		Punto b	
		Coordenadas X (UTM)	Coordenadas Y (UTM)	Coordenadas X (UTM)	Coordenadas Y (UTM)
1	CUSTF01	452,152	2,305,487	452,187	2,305,519
2	CUSTF02	452,128	2,305,589	452,161	2,305,556

Así mismo, la determinación de la identidad taxonómica de las especies registradas, así como los análisis de la diversidad de la vegetación: a) índice de valor de importancia, b) riqueza de especies, c) índice de Shannon-Wiener, d) índice de Simpson, e) cálculo de la cobertura de la muestra y f) curvas de completitud, se hicieron conforme a la metodología también descrita en el **Capítulo V, Apartado 5.6.3.**

CASA ALVIRA

Figura VI-10. Unidades de muestreo (transectos) dentro del predio *Casa Alvira*

CASA ALVIRA

6.4.3.2. Resultados

Diversidad local

En el predio *Casa Alvira* se registró un total de 96 individuos correspondientes a 6 especies. Las especies más abundantes en el predio fueron *Ateleia standleyana* (Fabaceae) con 32 individuos y *Jatropha ortegae* (Euphorbiaceae) con 28. El estrato superior estuvo representado por 75 individuos correspondientes a 5 especies, mientras que el estrato medio y rasante únicamente presentaron una (1) especie con 10 y 11 individuos, respectivamente. Ninguna de las especies registradas en el predio *Casa Alvira* se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010, 2019).

Índice de valor de importancia

Se presentan los resultados del índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en los sitios de muestreo dentro del predio *Casa Alvira* para cada uno de los estratos que conforman la vegetación.

En el estrato superior

Para el estrato superior del predio, las especies más importantes en la estructura de la vegetación fueron *Jatropha ortegae* y *Ateleia standleyana* con el 41 y 34% del IVI total, respectivamente. *Caesalpinia standleyi* (15%), *Bourreria superba* (5%) y *Euphorbia cymosa* (5%) presentaron valores de IVI menores. En la Tabla VI-6 y Figura VI-11 se observan los valores de IVI para las especies mencionadas.

Tabla VI-6. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies del estrato superior en el predio *Casa Alvira*. Las especies se muestran en orden alfabético.

No.	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI (relativo)
1	<i>Ateleia standleyana</i>	25	42.67	35.284	34.3
2	<i>Bourreria superba</i>	13	1.33	0.311	4.7
3	<i>Caesalpinia standleyi</i>	25	17.33	3.447	15.3
4	<i>Euphorbia cymosa</i>	13	1.33	0.07	4.6
5	<i>Jatropha ortegae</i>	25	37.33	60.887	41.1
	Total	100	100	100	100

NOTA: Para la estimación de las existencias reales de madera se realizó un censo forestal en el predio Casa Alvira el cual se avocó al registro de todos los individuos del estrato superior con diámetro mayor o igual a 12.5 cm. Cabe mencionar que los resultados de este trabajo son congruentes con los aquellos obtenidos en el estrato superior del estudio florístico, puesto que *Jatropha Ortogae*, *Ateleia standleyana* y *Bourreria superba*, que en conjunto acumulan un IVI de 80.1, aparecen también dominando las variables dasométricas evaluadas: densidad, área basal y volumen rollo total árbol. No obstante lo anterior, debido a que el alcance de un censo involucra el inventario de la totalidad de individuos que componen el estrato superior dentro de la superficie del predio (1-03-96.08 ha), el número de especies registradas en éste fue muy superior al listado del estudio florístico: 19 vs. 5. En el Capítulo IX se exponen los resultados del censo forestal.

CASA ALVIRA

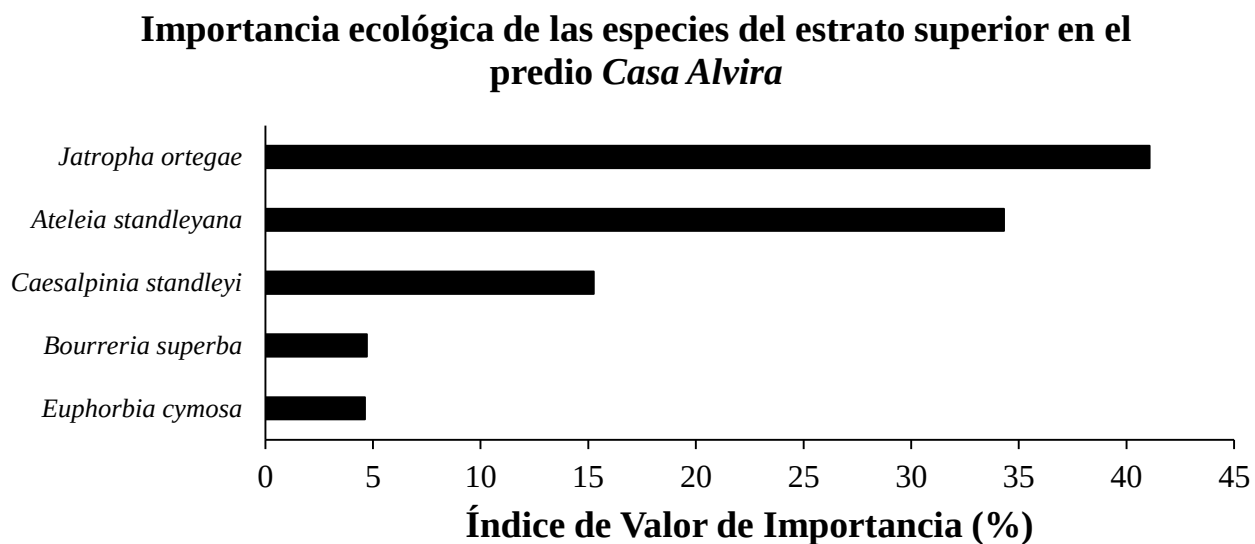


Figura VI-11. Diagrama del índice de valor de importancia (%) de cada especie reportada en el estrato superior en el predio *Casa Alvira*. El índice de valor de importancia de las especies se ordenó de manera descendente.

En el estrato medio

En el estrato medio del predio *Casa Alvira* sólo se registró una especie (*Euphorbia cymosa*). Por lo tanto, al ser la única especie representante del estrato medio también es la especie más importante. El valor de IVI de esta especie está especificado en la Tabla VI-7 y Figura VI-12.

Tabla VI-7. Índice de valor de importancia (IVI) para el estrato medio del predio *Casa Alvira*

No.	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI (relativo)
1	<i>Euphorbia cymosa</i>	100	100	100	100
	Total	100	100	100	100

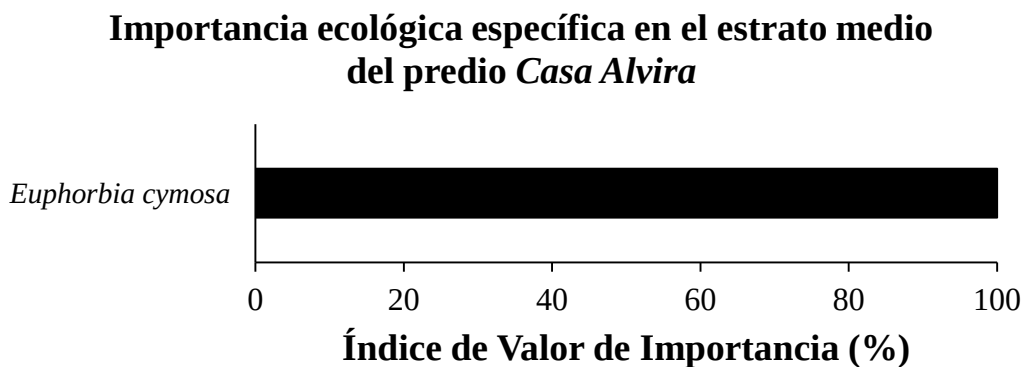


Figura VI-12. Diagrama del índice de valor de importancia (%) para la especie reportada en el estrato medio en el predio *Casa Alvira*

CASA ALVIRA

En el estrato rasante

En el estrato rasante del predio *Casa Alvira* sólo se registró a la especie *Bignonia neoheterophylla*, por lo que puede considerarse que es la especie más importante en este estrato. El valor de IVI de la especie en cuestión está detallado en la Tabla VI-8 y Figura VI-13.

Tabla VI-8. Índice de valor de importancia (IVI) para el estrato rasante del predio *Casa Alvira*

No.	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI (relativo)
1	<i>Bignonia neoheterophylla</i>	100	100	100	100
	Total	100	100	100	100

Importancia ecológica específica en el estrato rasante del predio *Casa Alvira*

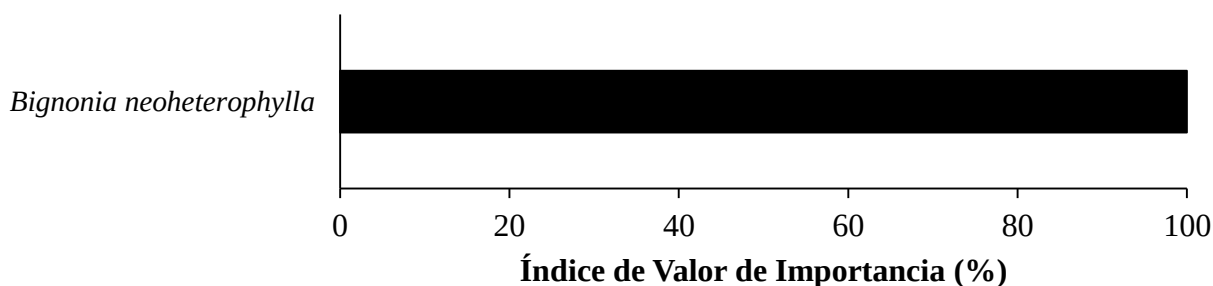


Figura VI-13. Diagrama del índice de valor de importancia (%) para la especie reportada en el estrato rasante en el predio *Casa Alvira*

Diversidad de especies en el predio

Como resultado del cálculo de los índices de diversidad para el predio, observamos que el estrato superior tuvo una riqueza de especies (S) de 5 taxa. El índice de Shannon-Wiener (H') arrojó un valor de $H' = 1.2$, por lo que se puede decir que tiene una diversidad relativamente baja. El índice de Simpson mostró un valor de $\lambda = 0.4$, lo que indica que el valor de dominancia y diversidad en la CHF es relativamente intermedio (Tabla VI-9).

El estrato medio y rasante estuvieron representados por una sola especie ($S = 1$). Esto da como resultado un valor del índice de Shannon-Wiener $H' = 0$, indicando que la comunidad está representada por 1 especie y por lo tanto la diversidad de especies es baja. Similarmente, el índice de Simpson mostró un valor de $\lambda = 1$, lo cual indica que todos los individuos en la comunidad corresponden a una especie por lo que la dominancia en la comunidad es total y la diversidad de especies es baja (Tabla VI-9).

Tabla VI-9. Medidas de diversidad de especies para cada estrato en el predio *Casa Alvira*

Parámetros	Estratos		
	Superior	Medio	Rasante
Riqueza de especies (S)	5	1	1
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.2	0	0
Índice de Simpson (λ)	0.4	1	1

CASA ALVIRA

Cálculo de la cobertura de la muestra

Los sitios de muestreo dentro del predio *Casa Alvira* mostraron niveles de completitud del 98% (Tabla VI-10). Con base en lo anterior podemos establecer que el muestreo realizado fue válido para representar cuantitativamente la comunidad de especies presentes en cada uno de los sitios de muestreo.

Tabla VI-10. Valores de cobertura de la muestra para cada sitios de muestreo en *Casa Alvira*

No.	Sitio	Cobertura de la muestra
1	CUSTF01	0.98
2	CUSTF02	0.98

Curva de completitud de la muestra

Las curvas de completitud de la muestra obtenidas para los sitios levantados en *Casa Alvira* alcanzaron la asíntota (Figura VI-14). Por lo tanto, es posible establecer que el esfuerzo de muestreo realizado en esta escala de estudio fue satisfactorio y que los cálculos de diversidad de especies propuestos son robustos.

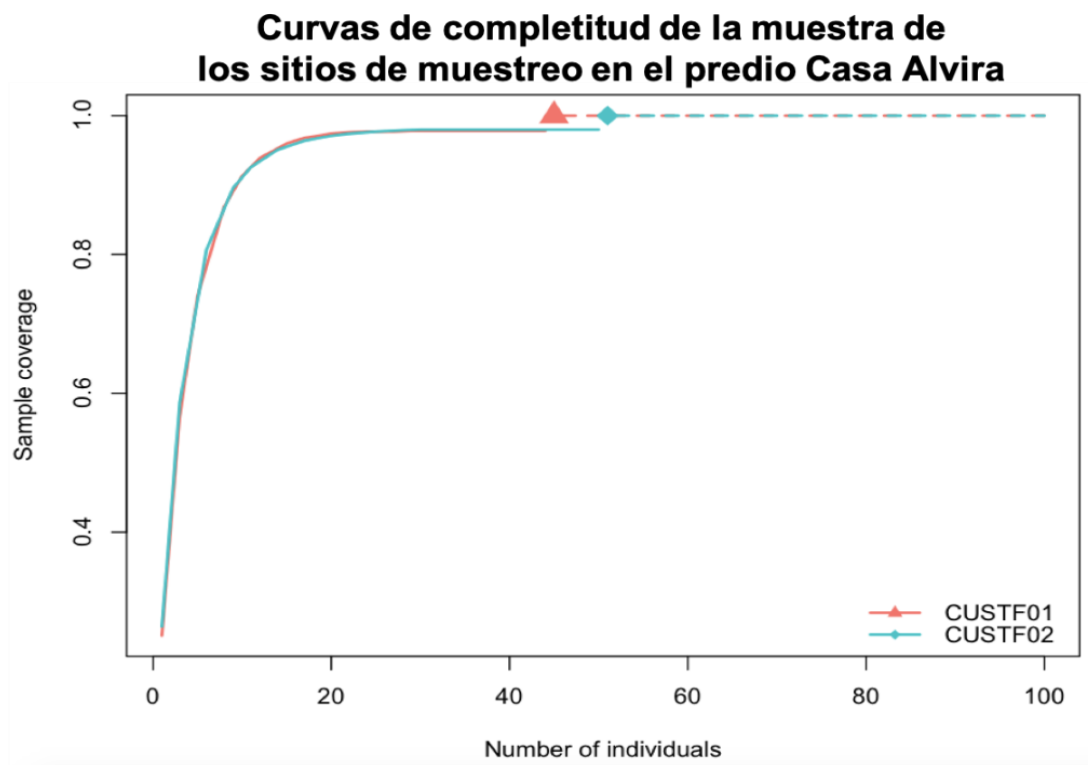


Figura VI-14. Se muestran las curvas de completitud de la muestra para cada uno de los sitios de muestreo en el predio *Casa Alvira*. En el eje X se graficó el número de individuos y en el eje Y los valores de cobertura de la muestra. Cada línea corresponde a un sitio de muestreo.

CASA ALVIRA

Especies de flora clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Ninguna especie registrada en el predio Casa Alvira se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla VI-11).

Tabla VI-11. Listado de las especies registradas en *Casa Alvira*. Se indica el nombre común de cada especie, así como su presencia (con una X) en los estratos superior, medio y rasante. Adicionalmente, se señalan las especies que están listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

No	Especie	Nombre común	Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato Rasante	Categoría NOM-059
1	<i>Ateleia standleyana</i> Mohlenbr.	Ninguno	X			
2	<i>Bignonia neoheterophylla</i> L.G. Lohmann	Ninguno			X	
3	<i>Bourreria superba</i> I.M. Johnst.	Amapa blanca	X			
4	<i>Caesalpinia standleyi</i> (Britton & Rose) Standl	Margarita	X			
5	<i>Euphorbia cymosa</i> Poir.	Ninguno	X	X		
6	<i>Jatropha ortegae</i> Standl.	Ninguno	X			

6.5 Caracterización de la fauna silvestre

Tal como se explica en el **Capítulo V, Apartado 5.7 Fauna silvestre** (escala microcuenca), la caracterización de la fauna se hizo con base en la revisión de literatura y se complementó con los resultados del estudio faunístico elaborado ex profeso a escala predial con réplica a escala microcuenca. Por consiguiente, el presente apartado se muestra los hallazgos más importantes. Para una revisión más puntual de la metodología y de los resultados obtenidos se recomienda revisar el informe "Descripción del componente ambiental fauna en dos áreas de estudio: predio y réplica en cuenca" adjunto al presente documento.

6.5.1 Metodología del estudio de fauna

La metodología del estudio florístico se describe en el **Apartado 5.7.2. Metodología, del Capítulo V**, del presente documento. Por lo tanto, la descripción de la metodología que aquí se presenta engloba exclusivamente lo relacionado al estudio en el predio del proyecto *Casa Alvira*.

6.5.1.1. Unidades de muestreo

Tal como se hizo en el muestreo en cuenca (ERC) para el predio *Casa Alvira* se levantó una sola unidad de muestreo. La ubicación, coordenadas y características de la vegetación en la unidad de muestreo establecidas en *Casa Alvira* se muestra en la Tabla VI-12 y Figura VI-15.

Tabla VI-12. Unidades de muestreo (transectos) establecidas en *Casa Alvira*

Unidad de muestreo	Vegetación CONAFOR	Unidad fisonómica	Longitud transecto	Coordenadas UTM	
				Inicio (X, Y)	Fin (X, Y)
01	SMS	Selva	324 m	452,144 - 2,305,484	452,176 - 2,305,807

* Aunque la metodología indica un transecto de 365 m, la presencia de barreras físicas en el área de estudio sólo permitieron un caminamiento de 324 m.

CASA ALVIRAFigura VI-15. Ubicación de la unidad de muestreo (transecto) en *Casa Alvira*

CASA ALVIRA

6.5.1.1. Metodología

Las diferentes técnicas de muestreo utilizadas, el manejo de datos, las métricas de biodiversidad calculadas, así como la identificación de especies vulnerables para cada clase de fauna se explican con amplitud en los **Apartados 5.7.2.3 al 5.7.2.6 del Capítulo V**, del presente documento.

6.5.2 Resultados

En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos para el predio *Casa Alvira*.

6.5.2.1. Diversidad de vertebrados terrestres en el predio

En *Casa Alvira* se registró un total de 300 individuos de 53 especies, 32 familias y 17 órdenes. Del total de especies, 43 fueron aves, 5 mamíferos y 5 reptiles. En términos de abundancia, se registraron 218 observaciones para el grupo de aves (lo que representa el 72.6% de las observaciones), 29 observaciones de mamíferos (9.6%) y 53 observaciones de reptiles (17.6%) (Figura VI-16, Tabla VI-13). En este caso, no se registró ningún individuo del grupo de anfibios.

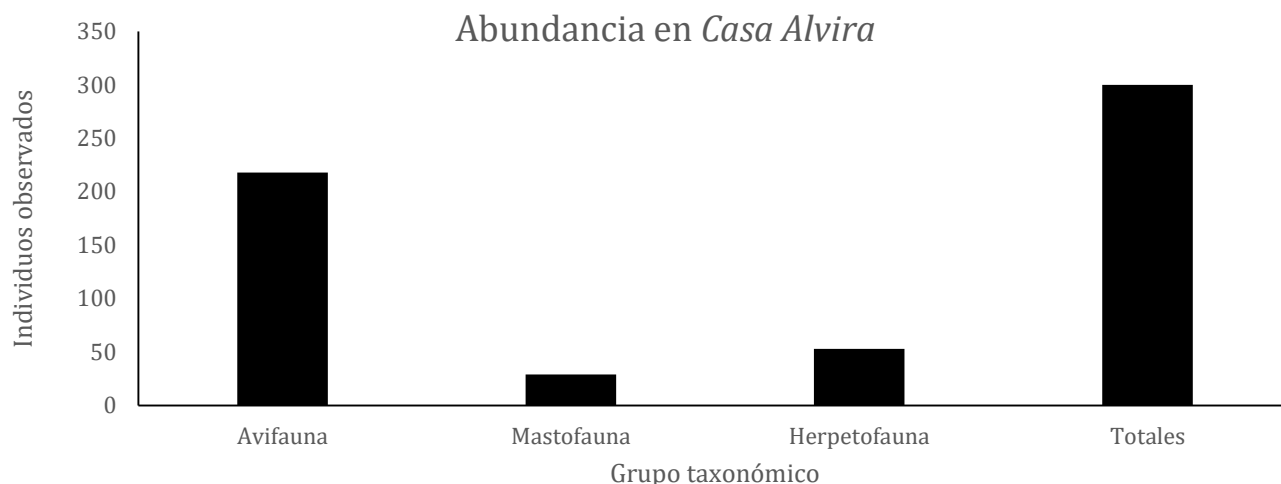


Figura VI-16. Abundancia total y por cada grupo taxonómico registrada en el *Casa Alvira*

Tabla VI-13. Riqueza específica de la comunidad de vertebrados terrestres en *Casa Alvira*

<i>Clase taxonómica</i>	<i>Total observaciones</i>	<i>órdenes</i>	<i>familias</i>	<i>Total especies</i>	<i>categoría riesgo*</i>	<i>CITES</i>	<i>endémicas**</i>
Avifauna	218	13	23	43	6	5	1
Mastofauna	29	3	4	5	0	1	0
Herpetofauna	53	1	5	5	2	0	2
Totales	300	17	32	53	8	6	3

*NOM-059-SEMARNAT-2010; **Alguna categoría de endemismo.

CASA ALVIRA

Avifauna

Las especies de aves se encontraron representadas en 13 órdenes y 23 familias (Tabla VI-13).

En particular, el orden Passeriformes fue el más diverso con 22 especies. De estas 22 especies, la mayoría fueron pertenecientes a las familias Tyrannidae (9 especies), Parulidae (3 especies) e Icteridae (3 especies). Por otro lado, los órdenes restantes se integraron por máximo 3 especies. Las especies observadas con mayor frecuencia fueron *Eupsittula canicularis* (13.3%), *Columbina talpacoti* (9.1%), *Trogon elegans* (9.1%) y *Ortalis wagleri* (8.2%) (Tabla VI-14, Figura VI-17).

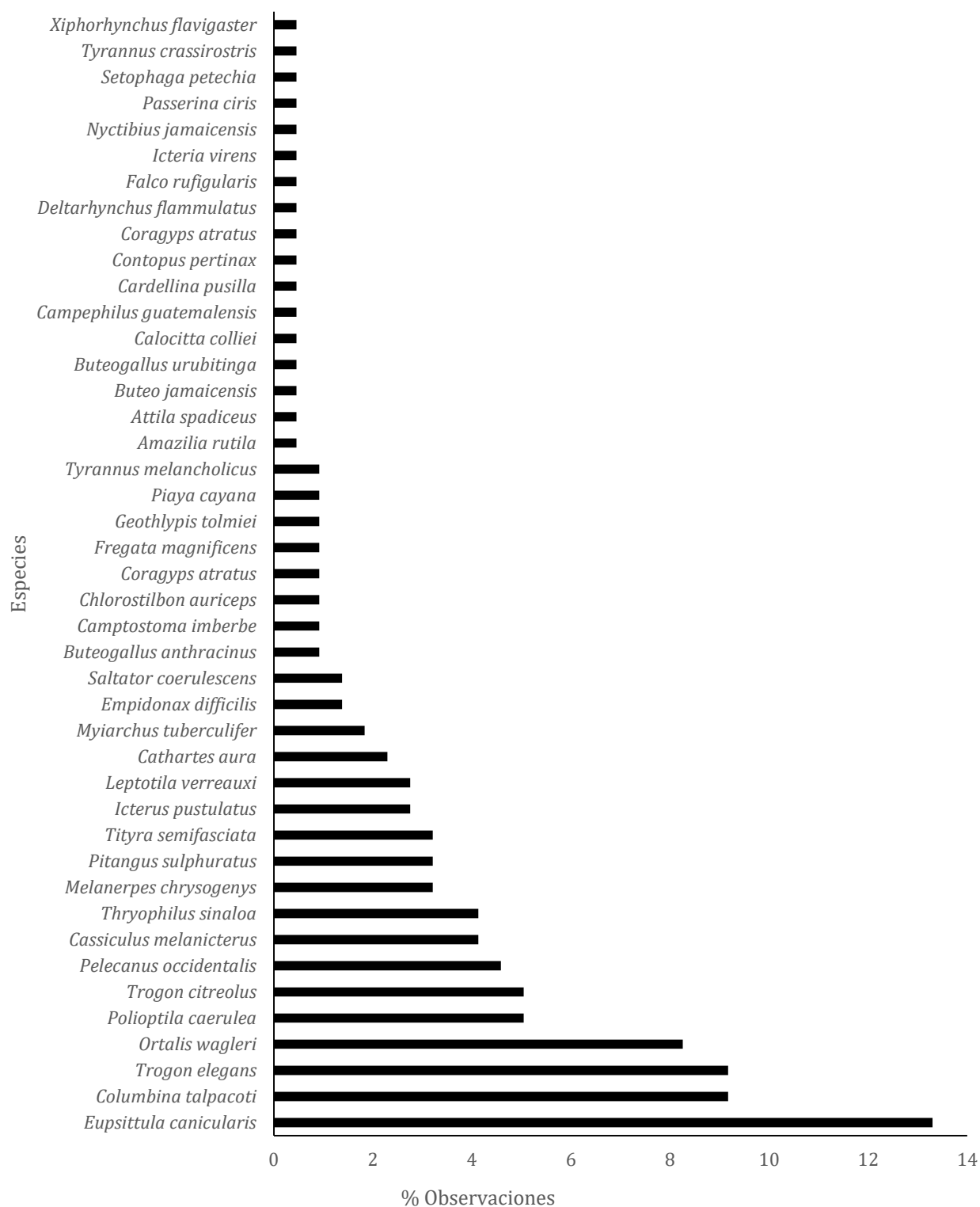
Tabla VI-14. Registros por especie de aves muestreados en Casa Alvira

Orden	Familia	Nombre científico	Registros	Abundancia relativa
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	29	13.30
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	20	9.17
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	20	9.17
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis wagleri</i>	18	8.26
Passeriformes	Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	11	5.05
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	11	5.05
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	10	4.59
Passeriformes	Icteridae	<i>Cassidix melanicterus</i>	9	4.13
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	9	4.13
Passeriformes	Cotingidae	<i>Tityra semifasciata</i>	7	3.21
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	7	3.21
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	7	3.21
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	6	2.75
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	6	2.75
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	5	2.29
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	4	1.83
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	3	1.38
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	3	1.38
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	2	0.92
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	2	0.92
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon auriceps</i>	2	0.92
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	2	0.92
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	2	0.92
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	2	0.92
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	0.92
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	2	0.92
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.46
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	1	0.46
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	1	0.46
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	1	0.46
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	1	0.46
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	1	0.46
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	1	0.46
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta colliei</i>	1	0.46
Passeriformes	Icteridae	<i>Icteria virens</i>	1	0.46
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	1	0.46

CASA ALVIRA

Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	1	0.46
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	1	0.46
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	1	0.46
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	1	0.46
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	1	0.46
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	1	0.46
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	1	0.46

CASA ALVIRA

Riqueza y abundancia de avifauna en *Casa Alvira*Figura VI-17. Riqueza y abundancia relativa de las especies de aves registradas en *Casa Alvira*

CASA ALVIRA

Mastofauna

Las especies de mamíferos estuvieron representadas en 3 órdenes y 4 familias (Tabla VI-13).

El orden dominante fueron los carnívoros con 3 especies distribuidas en 2 familias (Mephitidae y Procyonidae), los demás órdenes (2) estuvieron representadas por 1 especie. Las especies más frecuentes fueron *Artibeus lituratos* (37.9%) y *Mephitis macroura* (20.6%), (Tabla VI-15, Figura VI-18).

Tabla VI-15. Registros por especie de mamíferos muestreados en *Casa Alvira*

Orden	Familia	Nombre científico	Registros	Abundancia relativa
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratos</i>	11	37.93
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	6	20.69
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	5	17.24
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tajassu tajacu</i>	5	17.24
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	2	6.90

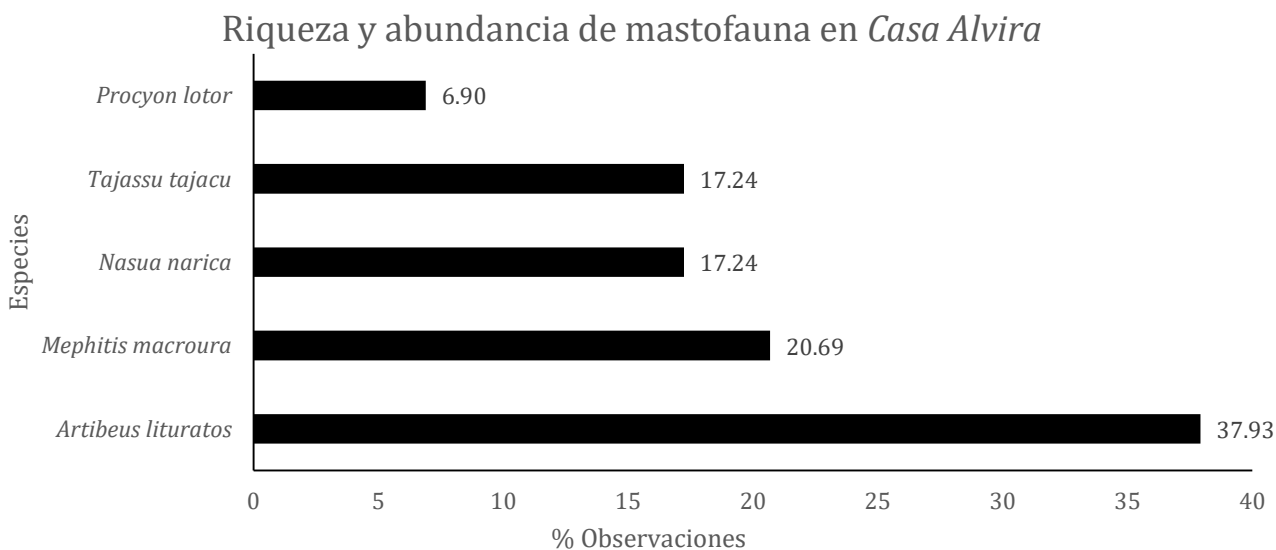


Figura VI-18. Riqueza y abundancia relativa de las especies de mamíferos registradas en *Casa Alvira*

Herpetofauna

La herpetofauna se distribuyó en 1 solo orden y 5 familias (Tabla VI-13).

En este caso, todas las especies pertenecen al orden Squamata. Además, cada especie corresponde a una familia diferente. Las especies más registradas dentro de este grupo fueron *Aspidoscelis lineattissimus* (47.1%), *Sceloporus utiformis* (26.4%) y *Phyllodactylus lanei* (16.9%), (Tabla VI-16, Figura VI-19).

Tabla VI-16. Registros por especie de reptiles muestreados en *Casa Alvira*

Orden	Familia	Nombre científico	Registros	Abundancia relativa
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	25	47.17
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	14	26.42
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus lanei</i>	9	16.98
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	3	5.66
Squamata	Boidae	<i>Boa Constrictor</i>	2	3.77

CASA ALVIRA

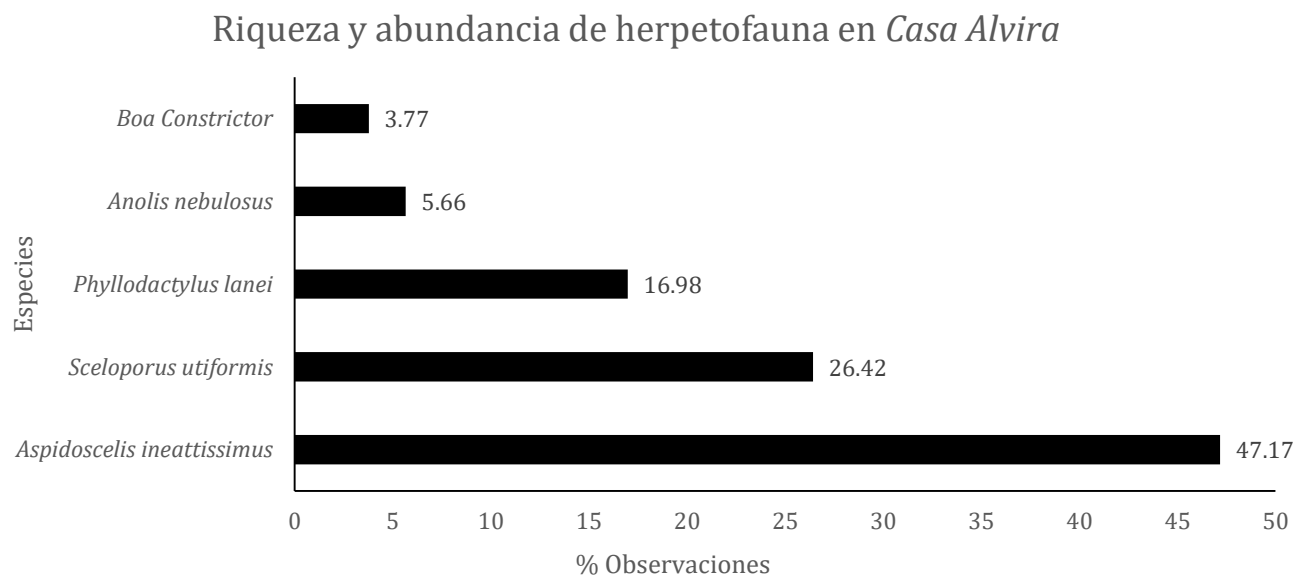


Figura VI-19. Riqueza y abundancia relativa de las especies de herpetofauna registradas en *Casa Alvira*

6.5.2.2. Riqueza de especies en el Predio Casa Alvira

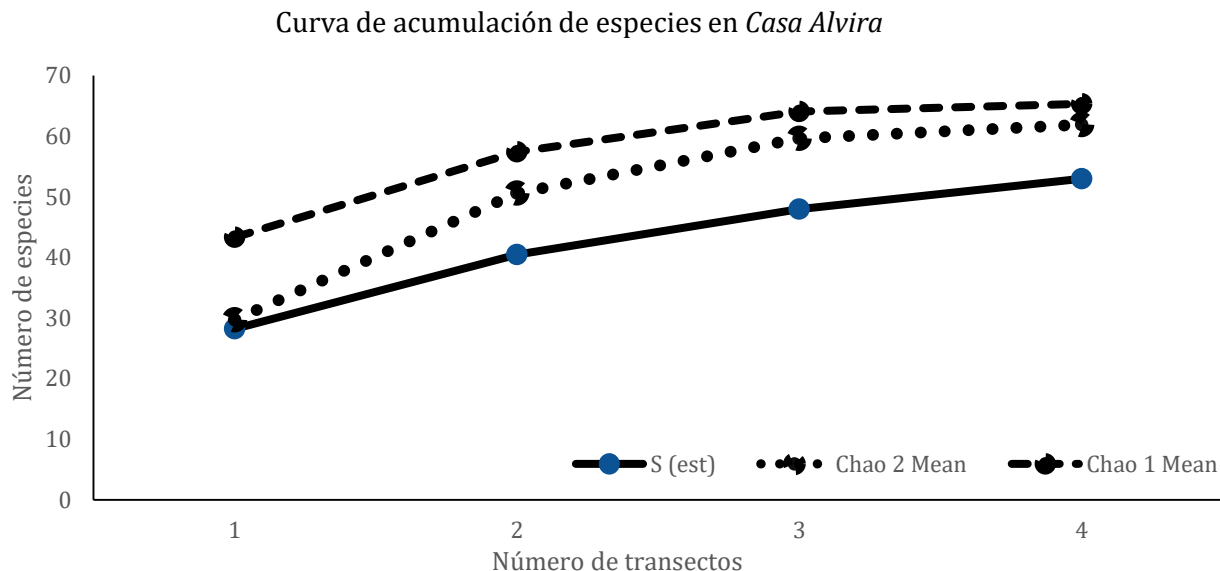
Como resultado del cálculo de los estimadores Chao 1 y Chao 2 (Tabla VI-17), se determinó que el número de especies que se puede esperar para el área de *Casa Alvira* es de 65 y 61, respectivamente. Dado que en los muestreos realizados se registraron 53 especies, con base en el estimador de Chao 1 podemos decir que reportamos el 81% de las especies presentes en el área de estudio. Si consideramos los valores obtenidos con el estimador Chao 2 podemos decir que registramos el 86% de las especies en el área de estudio. Como puede observarse en la curva de acumulación de especies (Figura VI-20) generada con los datos obtenidos de los estimadores, la curva logró la asíntota al finalizar el cuarto evento de muestreo.

Tabla VI-17. Resultados del cálculo de los estimadores de Chao 1 y Chao 2

Muestras	S(est)*	Chao 1	Chao 2
1	28.25	43.33	29.71
2	40.5	57.44	50.62
3	48	64.08	59.62
4	53	65.32	61.91

*S(est) se refiere al número de especies esperadas en las muestras analizadas con base en la muestra de referencia.

CASA ALVIRA

Figura VI-20. Curva de acumulación de especies de fauna en *Casa Alvira*.

6.5.2.3. Estimaciones de diversidad en el Proyecto Casa Alvira

De acuerdo a los índices de diversidad calculados, el área de estudio *Casa Alvira* presenta una alta riqueza de especies ($D_{Mg}=9.12$). En general el predio presenta una alta diversidad específica de vertebrados ($H'=3.54$) con una abundancia equitativa ($J'=0.96$) y una baja dominancia de especies ($\lambda=0.040$) (Tabla VI-18).

Tabla VI-18. Resultado del cálculo de estimaciones de diversidad para *Casa Alvira*

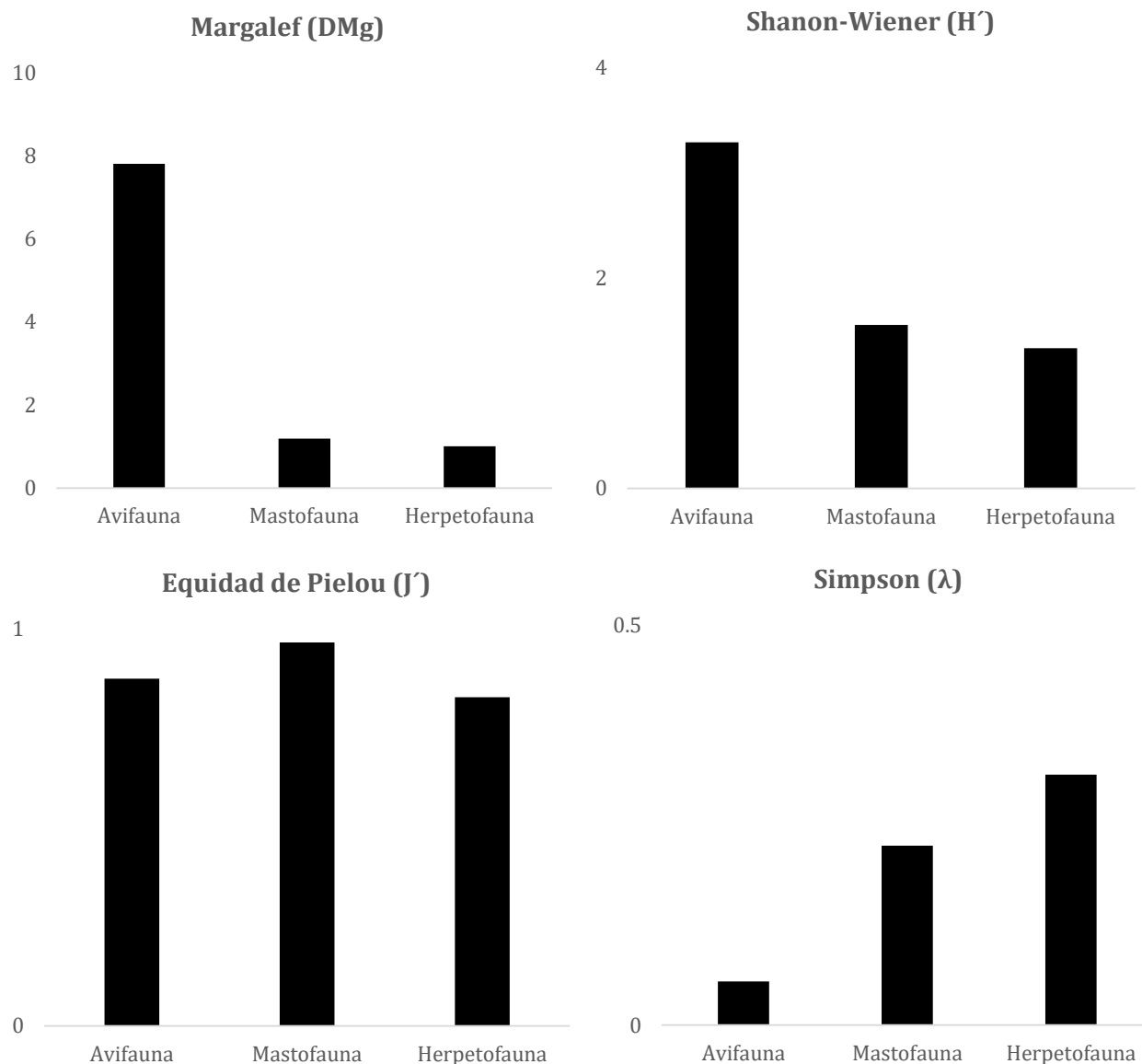
Índice	Valor	Intervalo de confianza	
		95% Límite inferior	95% Límite Superior
Margalef (D_{Mg})	9.12	7.19	8.94
Shannon-Wiener (H')	3.54	3.34	3.57
Equidad de Pielou (J')	0.96	0.95	0.96
Simpson (λ)	0.040	0.037	0.051

De las estimaciones de diversidad por grupo taxonómico se encontró que la avifauna es la que presenta mayor riqueza ($D_{Mg}=7.80$), diversidad específica ($H'=3.29$) y uniformidad ($J'=0.87$) y una baja dominancia de especies ($\lambda=0.05$). Le siguen los mamíferos ($D_{Mg}=1.19$ y $H'=1.55$) y una dominancia relativa media ($\lambda=0.22$). Además, la comunidad de mamíferos tuvo un valor de uniformidad de $J'=0.97$. Finalmente, el grupo taxonómico con menor diversidad fue la herpetofauna ($D_{Mg}=1.01$ y $H'=1.33$) con una dominancia mayor de especies ($\lambda=0.31$) y una menor equidad ($J'=0.83$) que los otros dos grupos (Tabla VI-19, Figura VI-21).

CASA ALVIRA

Tabla VI-19. Índices de diversidad por grupo taxonómico para *Casa Alvira*.

Índice	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna
Margalef (D_{Mg})	7.80	1.19	1.01
Shannon-Wiener (H')	3.29	1.55	1.33
Equidad de Pielou (J')	0.87	0.97	0.83
Simpson (λ)	0.05	0.22	0.31

Figura VI-21. Valores estimados de los índices de diversidad para cada grupo taxonómico en *Casa Alvira*

CASA ALVIRA

6.5.2.4. Especies endémicas y protegidas registradas en el Proyecto Casa Alvira

En *Casa Alvira* se obtuvo un total de 6 especies de aves registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (5 sujetas a protección especial y 1 amenazada), 5 que se encuentran en alguna categoría CITES y un endemismo. De la clase de los mamíferos, 1 especie en categoría CITES. Para herpetofauna, 2 especies están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 sujeta a protección especial y 1 amenazadas) y 2 especies son endémicas (Tabla VI-20).

Tabla VI-20. Especies con algún grado de endemismo y protección presentes en *Casa Alvira*

Nombre científico	Nombre común	Nom-059	CITES	Endémico
Clase Avifauna				
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo		II	
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	II	
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Picamaderos piquiclaro	Pr		
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda mexicana		II	E
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Copetón piquiplano	Pr		
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr	II	
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero		II	
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe cabecigrís de Tolmie	A		
<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Pr		
Clase Mastofauna				
<i>Nasua narica</i>	Tejon o Coati		III	
Clase Herpetofauna				
<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis pañuelo del Pacífico			E
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije cola azul	Pr		E
<i>Boa Constrictor</i>	Boa	A		

Capítulo VII

Análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales

Contenido

CAPITULO VII. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN DE FLORA Y FAUNA EN EL ÁREA SUJETA AL CUSTF CON RELACIÓN A LA MICROCUENCA.....	155
7.1 Comparación de la diversidad, composición y estructura florística de la selva mediana subcaducifolia entre el área del proyecto “Casa Alvira” y la microcuenca La Cruz de Huanacastle	157
7.1.1 Comparación entre los valores de riqueza y abundancia de especies entre las dos áreas ..	158
7.1.2 Comparación entre los valores de diversidad de especies	165
7.2 Comparación de la diversidad y estructura de las comunidades de vertebrados terrestres entre el predio “Casa Alvira” y la microcuenca.....	166
7.2.1 Comparación de riqueza y abundancia de especies entre las dos áreas.....	167
7.2.2 Comparación entre valores de diversidad de especies	169
7.2.3 Comparación de especies endémicas y protegidas presentes en Casa Alvira y ERC.....	170

CAPITULO VII. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN DE FLORA Y FAUNA EN EL ÁREA SUJETA AL CUSTF CON RELACIÓN A LA MICROCUENCA

Del mismo modo como se procedió en los apartados referentes a los componentes a) flora y b) fauna, de los Capítulos V y VI del presente DTU, en la presente sección también se hace una exposición resumida de los resultados obtenidos en los estudios respectivos realizados ex profeso. Para mayor detalle y profundidad se recomienda revisar los documentos: a) “Documento Técnico Justificativo para el CUSTF en el predio “Casa Alvira” – Análisis Florístico” y b) “Descripción del componente ambiental fauna en dos áreas de estudio: predio y réplica en cuenca”. En estos estudios se analizan puntualmente los componentes flora y fauna, respectivamente y se realiza el comparativo entre los resultados obtenidos para los dos sitios de interés: 1) microcuenca y 2) predio *Casa Alvira*, así como zonas al interior de éste de a) reserva y b) aprovechamiento (CUSTF). Ambos documentos se adjuntan al presente DTU.

Para comparar la composición florística y faunística del área sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con relación a aquella de la microcuenca y con ello determinar el grado de afectación por las actividades de cambio de uso de suelo solicitadas, se realizó la comparación de la composición florística y faunística de los predios bajo estudio considerando la zonificación forestal (Figura VII-1) establecida en el **Capítulo III, Apartado 3.3 Zonificación forestal** del presente documento: i) *zona de aprovechamiento*, que será la superficie sujeta a las actividades de cambio de uso del suelo, y ii) *zona de reserva*, que será la superficie que no será intervenida, con aquella de la microcuenca, con especial atención en aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Este ejercicio permite identificar si todas las especies que se encuentran dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo se encuentran representadas en la zona que no será intervenida en el predio *Casa Alvira* y en la microcuenca.**

CASA ALVIRA



Figura VII-1. Zonificación forestal. En achurado rojo la superficie total de aprovechamiento forestal

7.1 Comparación de la diversidad, composición y estructura florística de la selva mediana subcaducifolia entre el área del proyecto “Casa Alvira” y la microcuenca La Cruz de Huanacastle

Para determinar el grado de afectación derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizó un análisis comparativo de la diversidad, composición y estructura de la vegetación a dos escalas de análisis: i) predio Casa Alvira y ii) microcuenca La Cruz de Huanacastle, todo ello mediante el uso de los diversos índices de diversidad calculados de acuerdo a la metodología descrita en el **Capítulo V, Apartado 5.6.3**, del presente documento. Los resultados se describen a continuación.

En términos generales podemos concluir que, si bien la comunidad de plantas en la microcuenca y en el predio Casa Alvira corresponde al de selva mediana subcaducifolia, en términos de diversidad, composición y estructura son dos comunidades biológicas diferentes, ya que el segundo es mucho menos diverso y sus elementos dominantes guardan más relación con estadios de sucesión ecológica secundaria, motivado por procesos de perturbación locales, como se explica a continuación

A escala microcuenca La Cruz de Huanacastle se registraron 73 especies de plantas. A nivel estrato, el superior presentó una mayor riqueza de especies (46) en relación con los estratos rasante (30) y medio (27). Como consecuencia, los valores de diversidad obtenidos a partir de los índices evaluados mostraron el mismo patrón entre estratos, indicando que las comunidades de plantas son altamente diversas (es decir, tienen una alta riqueza de especies con bajos valores de dominancia). Además, la composición de especies resultó ser sumamente particular, ya que un total de 69 especies fueron registradas exclusivamente en la microcuenca. A partir del análisis de la estructura de la vegetación en los diferentes estratos y considerando la información reportada en otros estudios, podemos decir que la comunidad de plantas es representativa de la selva mediana subcaducifolia dada la importancia estructural de especies como *Attalea guacuyule*, *Bursera simaruba* y *Brosimum alicastrum*.

Con relación al predio bajo estudio se registró una riqueza total de 6 especies, valor significativamente menor al registrado en la microcuenca. El estrato con mayor número de especies registradas correspondió al estrato superior (5), seguido en importancia por los estratos medio (1) y rasante (1). Los índices de diversidad (Shannon) indicaron que los estratos de vegetación resguardan comunidades de plantas con valores de diversidad muy bajos para el caso del superior (1.2), y nulos para el medio (0) y rasante (0), éstos últimos dominados por una sola especie. A diferencia de la microcuenca, dentro del predio Casa Alvira el número de especies exclusivas fue extremadamente bajo al limitarse a sólo 2. En función de la estructura de la vegetación observada, es posible concluir que la vegetación del predio si bien corresponde al de una selva mediana, los elementos dominantes guardan más relación con estadios de sucesión ecológica secundaria, motivado por procesos de perturbación locales, lo que explicaría la dominancia de una especies propias de sitios perturbados, como lo es *Ateleia standleyana*. Para el caso de *Jatropha ortegae*, y su alto IVI calculado, además de la perturbación ya mencionada, otros factores físicos locales tales como exposición, pendiente, el tipo de suelo y distancia a la zona de litoral podrían explicar las particularidades estructurales calculadas.

Los hallazgos presentados anteriormente nos permiten concluir que la microcuenca La Cruz de Huanacastle y el *predio Casa Alvira*, a pesar de encontrarse en el mismo ámbito geográfico de distribución de la selva mediana subperennifolia, en términos estructurales son bastante disímiles, circunstancia que

CASA ALVIRA

es consistente en términos de diversidad y dominancia. Primeramente, la microcuenca es más diversa y con bajos valores de dominancia, en contraparte del predio *Casa Alvira* que es menos diverso y con dominancia a veces de una sola especie. Por ello tenemos un número muy alto de especies exclusivas en la microcuenca: 69, de las 73 registradas en total, es decir, sólo se comparte cuatro especies en común con el predio *Casa Alvira*. En cuanto a las especies que se distribuyen exclusivamente dentro del predio *Casa Alvira*, éstas están presentes, tanto en el área sujeta a cambio de uso del suelo como dentro de la *zona de reserva* (i. e. que no será intervenida), por lo que la ejecución del presente proyecto no compromete su permanencia en el tiempo ni en el espacio (Tabla VII-1).

7.1.1 Comparación entre los valores de riqueza y abundancia de especies entre las dos áreas

Comparativo de listados florísticos

La comparación de la composición de la vegetación de la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) y del predio *Casa Alvira* se realizó con el propósito de identificar las especies que se registraron exclusivamente en el predio. Además, para identificar si las especies exclusivas del predio serán afectadas directamente por las actividades de desmonte del proyecto, este fue zonificado en una zona de aprovechamiento (i.e. la superficie sujeta a desmonte) y una zona de reserva (i.e. la superficie libre de intervención humana) (Figura VII-1). Además, esta zonificación permite identificar si dentro de la zona de aprovechamiento se distribuye alguna especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como resultado del muestreo llevado a cabo, en el predio se registraron 6 especies, mientras que en la CHF se registraron 73 especies. De las 6 especies registradas en el predio, únicamente *Ateleia standleyana* y *Euphorbia cymosa* fueron exclusivas de esta unidad ambiental de estudio (Tabla VII-1). Ambas especies fueron registradas en las zonas de aprovechamiento y de reserva, por lo que el desarrollo del proyecto no representa una amenaza para la conservación de las especies a nivel de predio y de la CHF. Además, las dos especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron registradas en la microcuenca y no en el predio, por lo que la implementación del proyecto no se contrapone a lo establecido por la normativa mexicana en materia de protección ambiental (Tabla VII-1).

Tabla VII-1. Reporte de la presencia de las especies en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle y en las zonas de aprovechamiento y reserva del predio *Casa Alvira*. Así mismo, se presentan las especies que tienen alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (señaladas en amarillo) (las especies exclusivas a los predios bajo estudio son señaladas con el símbolo *, todas dentro de la zona de reserva).

No.	Especie	CHF	Predio <i>Casa Alvira</i>		NOM-059-SEMARNAT-2010
			Zona de aprovechamiento	Zona de reserva	
1	<i>Acalypha microphylla</i>	X			
2	<i>Achyranthes aspera</i>	X			
3	<i>Adiantum princeps</i>	X			
4	<i>Aphananthe monoica</i>	X			
5	<i>Aristida</i> sp.	X			
6	<i>Aristolochia taliscana</i>	X			
7	Asteraceae 1	X			
8	<i>Ateleia standleyana</i> *		X	X	

CASA ALVIRA

9	<i>Attalea guacuyule</i>	X			Pr
10	<i>Barleria oenotheroides</i>	X			
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	X			
12	<i>Bignonia neoheterophylla</i>	X	X		
13	<i>Bourreria superba</i>	X		X	
14	<i>Bromelia pinguin</i>	X			
15	<i>Brosimum alicastrum</i>	X			
16	<i>Bursera simaruba</i>	X			
17	<i>Caesalpinia standleyi</i>	X	X	X	
18	<i>Canavalia rosea</i>	X			
19	<i>Cascabela ovata</i>	X			
20	<i>Casearia arguta</i>	X			
21	<i>Casearia sp.</i>	X			
22	<i>Cassia sp.</i>	X			
23	<i>Ceiba aesculifolia</i>	X			
24	<i>Celtis iguanaea</i>	X			
25	<i>Cissampelos pareira</i>	X			
26	<i>Citharexylum sp.</i>	X			
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	X			
28	<i>Couepia polyandra</i>	X			
29	<i>Crateva tapia</i>	X			
30	<i>Cupania dentata</i>	X			
31	<i>Cynophalla flexuosa</i>	X			
32	<i>Cyperus ligularis</i>	X			
33	<i>Damburneya martinicensis</i>	X			
34	<i>Dendropanax arboreus</i>	X			
35	<i>Elytraria imbricata</i>	X			
36	<i>Eugenia acapulcensis</i>	X			
37	<i>Eugenia capuli</i>	X			
38	<i>Euphorbia cymosa*</i>		X	X	
39	<i>Ficus cotinifolia</i>	X			
40	<i>Ficus insipida</i>	X			
41	<i>Ficus maxima</i>	X			
42	<i>Fridericia patellifera</i>	X			
43	<i>Guazuma ulmifolia</i>	X			
44	<i>Guettarda elliptica</i>	X			
45	<i>Hamelia patens</i>	X			
46	<i>Heliocarpus pallidus</i>	X			
47	<i>Hippomane mancinella</i>	X			
48	<i>Jacaratia mexicana</i>	X			
49	<i>Jatropha ortegae</i>	X	X	X	
50	<i>Leucaena sp.</i>	X			
51	<i>Lysiloma divaricatum</i>	X			

CASA ALVIRA

52	Malpighiaceae 1	X			
53	Malpighiaceae 2	X			
54	<i>Margaritaria nobilis</i>	X			
55	<i>Olyra latifolia</i>	X			
56	<i>Paspalum</i> sp.	X			
57	<i>Paullinia clavigera</i>	X			
58	<i>Paullinia cururu</i>	X			
59	<i>Phragmites australis</i>	X			
60	<i>Piper hispidum</i>	X			
61	<i>Piper jaliscanum</i>	X			
62	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	X			
63	<i>Pouteria campechiana</i>	X			
64	<i>Pseudelephantopus spicatus</i>	X			
65	<i>Psychotria horizontalis</i>	X			
66	<i>Randia aculeata</i>	X			
67	<i>Randia armata</i>	X			
68	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	X			
69	<i>Rourea glabra</i>	X			
70	<i>Sapium macrocarpum</i>	X			A
71	<i>Sapium</i> sp.	X			
72	<i>Senna</i> sp.	X			
73	<i>Solanum</i> sp.	X			
74	<i>Vachellia hindsii</i>	X			
75	<i>Zinnia maritima</i>	X			

En conclusión, todas las especies florísticas registradas dentro del área donde se pretenden llevar a cabo las actividades de cambio de uso de suelo se encuentran representadas ya sea en la microcuenca o en la zona del predio que no será intervenida, también llamada "zona de reserva" (Tabla VII-1).

Por otro lado, las dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron registradas en la microcuenca, mas no se registraron en el muestreo dentro del predio.

CASA ALVIRA

Figura VII-2. Ubicación de los transectos efectuados para el estudio de flora respecto de la zonificación forestal (Zona de aprovechamiento y zona de reserva) del Proyecto Casa Alvira

Comparativo de valor de importancia por estrato vegetal

En la Tabla VII-2 se presentan el IVI en los tres estratos y su comparativo entre la microcuenca/zona de reserva del proyecto y el área sujeta al cambio de uso de suelo y se valora si la especie registrada en el área sujeta a cambio de uso de suelo se encuentra presente también en la microcuenca y/o en el área de reserva del predio.

En el muestro establecido dentro de la microcuenca, para el estrato superior, las especies más importantes en términos estructurales fueron *Attalea guacuyule*, *Bursera simaruba* y *Brosimum alicastrum*. En este estrato fueron registradas un total de 46 especies. Con relación al estrato medio, se registraron un total de 27 especies, las especies más representativas fueron *Brosimum alicastrum*, *Eugenia acapulcensis* y *Paullinia clavigera*, *Piper hispidum* y *Attalea guacuyule*, las cuales en conjunto representan el 57% del total del IVI; en total se registraron 27 taxa. Finalmente, en el estrato rasante se registraron 30 especies, el valor de importancia es dominado ampliamente por tres especies: *Attalea guacuyule*, seguida por *Bignonia neoheterophylla* y *Barleria oenotheroides*; aquí fueron registradas 30 especies en total (Tabla VII-2).

Dentro del predio *Casa Alvira*, para el caso del estrato superior se registraron 5 especies. Las especies que muestran una marcada dominancia son *Jatropha ortegae* y *Ateleia standleyana*, las cuales representan aproximadamente el 75% del valor de las especies registradas (Tabla VII-2). *Jatropha ortegae* mostró ser una especie importante en la CHF y en el predio, indicando una similitud estructural entre ambas unidades ambientales. Por otro lado, *Ateleia standleyana* (especie exclusiva del predio) representa el 34% del IVI total del predio, resaltando una particularidad en la estructura de la vegetación de esta área (Tabla VII-2). Cabe mencionar que *Ateleia standleyana* es un árbol de talla pequeña originario de México, que si bien no es una especie protegida, su distribución está restringida a los estados de Nayarit y Jalisco. La extensión de ocurrencia (EOO) es de 15,681.544 km². El área de ocupación (AOO) es de 96 km² con base en los registros actuales del herbario, pero también es probable que sea de hasta 500 km². La agricultura agroindustrial y la ganadería son las dos principales amenazas para el taxón y su hábitat. Se considera que la EOO y el AOO están experimentando un descenso continuo debido al cambio de uso del suelo en los últimos años. Además, en el censo forestal efectuado en el predio (en una superficie total de 10,396.08 m²) se registraron un total de 87 individuos de esta especie, de los cuales la mitad se ubican dentro de la zona de aprovechamiento o área sujeta a cambio de uso de suelo, lo que asegura el mantenimiento en pie, en la zona de reserva, de un total de 43.

En el estrato medio se registró una sola especie: *Euphorbia cymosa*, por lo tanto representa el 100% del IVI (Tabla VII-2). Cabe mencionar que esta especie es exclusiva del predio, registrada tanto dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo como dentro de la zona de reserva (que no será intervenida), lo cual le da una distinción particular a la estructura del estrato. *Euphorbia cymosa* es un árbol de talla pequeña, que presenta un exudado blanco abundante; es propio de las selvas bajas y medianas. Se ha observado y colectado en Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Guanajuato, Puebla, Veracruz. Las condiciones ambientales prevalecientes en el predio podrían ser un factor importante para la presencia de *E. cymosa*. A partir de la revisión del material depositado en herbarios se pudo saber que estas especies habitan comúnmente en lugares relativamente secos y en pendientes rocosas. Considerando que estas características prevalecen en el área donde se establecieron los transectos, es posible que esto sea el factor que determina la presencia de dicha en el lugar.

CASA ALVIRA

En el estrato rasante, también sólo se encontró una especie en los sitios evaluados: *Bignonia neoheterophylla*, esto la hace la especie más importante con un IVI del 100% (Tabla VII-2). Como esta especie también se identificó con un alto IVI en la microcuenca se puede hablar de cierta similitud entre ambas escalas de estudio.

Finalmente, con relación a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos fueron registradas en la microcuenca y ninguna en el predio: *Attalea guacuyule*, se presenta como una especie importante en los tres estratos de la microcuenca, en tanto que *Sapium macrocarpum* sólo está presente en el estrato superior. Como tales especies no se identificaron en el predio Casa Alvira, el desarrollo del proyecto no pone en riesgo su permanencia.

Cabe agregar que aunque algunas especies en la microcuenca no se registraron dentro del predio, y viceversa, esto no significa que no estén presentes, sino que se debe considerar que todos los muestreos botánicos representan una muestra de las especies presentes en el sitio de muestreo. A pesar de que el muestreo contó con altos valores de cobertura de la muestra, es decir representatividad de las especies, es posible que algunas especies con valores de importancia ecológica bajas no sean detectadas. Además, es posible que no se registre alguna especie, debido a la extensión tan amplia con que cuenta la microcuenca.

Tabla VII-2. Índice de valor de importancia por estrato (superior, medio y rasante) en la Microcuenca La Cruz de Huanacastle/Zona de reserva del proyecto Casa Alvira versus Área sujeta al CUSTF.

No.	Especie	IVI						Presencia en el área sujeta a CUSTF y microcuenca
		CHF y Reserva			Área sujeta a CUSTF			
		Superior	Medio	Rasante	Superior	Medio	Rasante	
1	<i>Acalypha microphylla</i>		1.0	3.7				
2	<i>Achyranthes aspera</i>			1.8				
3	<i>Adiantum princeps</i>		1.5	1.8				
4	<i>Aphananthe monoica</i>	1.8						
5	<i>Aristida</i> sp.			3.2				
6	<i>Aristolochia taliscana</i>			2.6				
7	Asteraceae 1	0.3						
8	<i>Ateleia standleyana</i>	34.3*			34.3			SI
9	<i>Attalea guacuyule</i>	15.7	5.0	11.7				
10	<i>Barleria oenotheroides</i>		1.8	6.5				
11	<i>Bignonia neoheterophylla</i>			8.1			100	SI
12	<i>Bauhinia divaricata</i>	1.2	1.2					
13	<i>Bourreria superba</i>	1.7			4.7			SI
14	<i>Bromelia pinguin</i>		4.2					
15	<i>Brosimum alicastrum</i>	14.7	24.4	6.2				
16	<i>Bursera simaruba</i>	15.2	1.2					
17	<i>Caesalpinia standleyi</i>			2.7	15.3			SI
18	<i>Canavalia rosea</i>			2.7				
19	<i>Cascabela ovata</i>	1.2						
20	<i>Casearia arguta</i>	0.9	4.8	1.9				
21	<i>Casearia</i> sp.			2.7				
22	<i>Cassia</i> sp.	0.8						
23	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.7						
24	<i>Celtis iguanaea</i>	0.8	1.0					
25	<i>Cissampelos pareira</i>			2.7				
26	<i>Citharexylum</i> sp.	0.3						

CASA ALVIRA

27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	1.5						
28	<i>Couepia polyandra</i>	6.7	1.1					
29	<i>Crateva tapia</i>	0.7						
30	<i>Cupania dentata</i>	0.3						
31	<i>Cynophalla flexuosa</i>	0.4		2.7				
32	<i>Cyperus ligularis</i>			2.7				
33	<i>Damburneya martinicensis</i>	1.2	1.0					
34	<i>Dendropanax arboreus</i>		1.1					
35	<i>Elytraria imbricata</i>		2.7					
36	<i>Eugenia acapulcensis</i>	0.3	12.4					
37	<i>Eugenia capuli</i>	1.9	1.0					
38	<i>Euphorbia cymosa</i>	4.6*	100*		4.6	100		SI
39	<i>Ficus cotinifolia</i>	4.6						
40	<i>Ficus insipida</i>	0.4						
41	<i>Ficus maxima</i>	0.4						
42	<i>Fridericia patellifera</i>		1.0	1.8				
43	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.0						
44	<i>Guettarda elliptica</i>	0.3	1.4					
45	<i>Hamelia patens</i>	0.5						
46	<i>Heliocarpus pallidus</i>	1.0						
47	<i>Hippomane mancinella</i>	1.2						
48	<i>Jacaratia mexicana</i>	0.5						
49	<i>Jatropha ortegae</i>	4.7			41.1			SI
50	<i>Leucaena</i> sp.	0.3						
51	<i>Lysiloma divaricatum</i>	0.4						
52	Malpighiaceae 1			3.4				
53	Malpighiaceae 2	0.4						
54	<i>Margaritaria nobilis</i>	1.0						
55	<i>Olyra latifolia</i>		1.6	2.7				
56	<i>Paspalum</i> sp.			1.5				
57	<i>Paullinia clavigera</i>		9.6	3.3				
58	<i>Paullinia cururu</i>		2.6	4.0				
59	<i>Phragmites australis</i>		2.7					
60	<i>Piper hispidum</i>		5.5	3.3				
61	<i>Piper jaliscanum</i>	0.8						
62	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.5						
63	<i>Pouteria campechiana</i>	1.8	1.8	2.0				
64	<i>Pseudelephantopus spicatus</i>			1.8				
65	<i>Psychotria horizontalis</i>		3.8	2.7				
66	<i>Randia aculeata</i>	0.7	3.4					
67	<i>Randia armata</i>	2.9						
68	<i>Rourea glabra</i>		2.1	3.3				
69	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	1.1						
70	<i>Sapium macrocarpum</i>	2.9						
71	<i>Sapium</i> sp.	0.7						
72	<i>Senna</i> sp.	0.7						
73	<i>Solanum</i> sp.	0.7						
74	<i>Vachellia hindsii</i>	2.3	1.7	1.5				
75	<i>Zinnia maritima</i>			2.7				
*Índice de Valor de Importancia calculado a nivel predial.								

7.1.2 Comparación entre los valores de diversidad de especies

Desde el punto de vista de la diversidad de especies, a nivel general, se observó que la diversidad de especies en la CHF fue mayor que en el predio *Casa Alvira*. Por ejemplo, a pesar de que en ambos sitios se realizó el muestreo con un grado de intensidad suficiente, en la CHF la riqueza de especies fue de 73, mientras que en el predio fue de 6. Este patrón de resultados se replicó para cada una de las métricas empleadas a nivel de estrato.

El estrato superior mostró ser el más diverso de los estratos dentro de la CHF y el predio. No obstante, los mayores valores de diversidad fueron observados en la CHF. La riqueza de especies (S) en la CHF fue de 46 y en el predio fue de 5. Similarmente, los valores del índice de Shannon-Wiener (H') y del índice de Simpson (λ) fueron superiores en la CHF ($H' = 3$ y $\lambda = 0.1$, respectivamente) que en el predio ($H' = 1.2$ y $\lambda = 0.4$) (Tabla VII-3).

En general, el estrato medio fue el que presentó los menores valores de diversidad de especies. Este patrón de resultados fue particularmente evidente en la CHF. Los valores observados de S en la CHF fueron de 27 y en el predio de 1. Los valores de H' en la CHF y el predio fueron de 2.6 y 0, respectivamente. En cambio, el valor de λ del predio fue mucho mayor ($\lambda = 1$) que el observado en la CHF ($\lambda = 0.1$) denotando el mayor grado de dominancia de especies en el predio (Tabla VII-3). Con base en estos resultados, la comunidad de plantas en el estrato medio de la CHF resultó ser más diverso y con menor grado de dominancia de especies que el estrato medio del predio.

El estrato rasante presentó valores de diversidad intermedios. En la CHF los valores de diversidad de especies se ubicaron en segundo lugar de importancia. En el predio los valores de diversidad de especies fueron idénticos a los observados en el estrato medio. En particular, la riqueza de especies de la CHF fue de 30 y en el predio fue de 1. El índice de Shannon-Wiener indicó que la CHF posee un nivel de diversidad intermedio ($H' = 2.6$), en cambio en el predio la diversidad es baja ($H' = 0$) al estar representada por 1 especie. El cálculo del índice de Simpson señaló que la diversidad de especies en la CHF es alta ($\lambda = 0.1$), mientras que en el predio es sumamente baja ($\lambda = 1$) (Tabla VII-3).

En particular, con base en el índice de diversidad de Shannon-Wiener calculado para los tres estratos se determina que el ecosistema del predio *Casa Alvira* es mucho menos diverso que aquel de la microcuenca. El predio presentó un valor muy bajo en el estrato superior: 1.2, y de 0 en los estratos restantes. En contraste, la microcuenca mostró un valor alto en el estrato superior y medios en los restantes. En cuanto al índice de Simpson, en el predio *Casa Alvira* los valores obtenidos mostraron una dominancia total en los estratos medio y rasante, y media elevada en el superior. En contraparte, la dominancia en la microcuenca es muy baja y similar entre los tres estratos.

Tabla VII-3. Comparación de los índices de diversidad en los tres estratos muestreados entre la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle y los predios bajo estudio

Parámetros	Superior		Medio		Rasante	
	CHF	<i>Casa Alvira</i>	CHF	<i>Casa Alvira</i>	CHF	<i>Casa Alvira</i>
Riqueza S	46	5	27	1	30	1
Índice de Shannon-Wiener	3	1.2	2.6	0	2.7	0
Índice de Simpson	0.1	0.4	0.1	1	0.1	1

7.2 Comparación de la diversidad y estructura de las comunidades de vertebrados terrestres entre el predio “Casa Alvira” y la microcuenca

Para determinar el grado de afectación derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizó un análisis comparativo de la diversidad y estructura de las comunidades de vertebrados a dos escalas de análisis: i) microcuenca La Cruz de Huanacastle en el que se inscribe el proyecto y ii) predio del área del proyecto “*Casa Alvira*”, todo ello mediante el uso de los diversos índices de diversidad calculados de acuerdo a la metodología descrita en el **Apartado 5.7.2, del Capítulo V**, del presente documento. Los resultados se describen a continuación. Para una revisión más puntual de la metodología y de los resultados obtenidos se recomienda revisar el informe “Descripción del componente ambiental fauna en dos áreas de estudio: predio y réplica en cuenca” adjunto al presente documento.

Con base en los resultados para las dos áreas de estudio se determinó que el ecosistema del predio *Casa Alvira* tiene una diversidad muy similar a aquella de la microcuenca, aunque ligeramente más rico, diverso y equitativo que aquel de la microcuenca.

En particular, la microcuenca aportó una riqueza de 44 especies pertenecientes a 24 familias y 14 Órdenes; las aves fueron más abundantes con 40 especies destacando el orden de las Passeriformes; los reptiles con únicamente 2 especies del orden Squamata; por último, los mamíferos con 2 especies, donde no hubo un orden dominante. Los resultados obtenidos en los índices muestran que esta área tiene una alta diversidad específica de vertebrados, pues su abundancia es relativamente equitativa y su dominancia de especies es muy baja.

En *Casa Alvira* la riqueza fue de 53 especies pertenecientes a 32 familias y 17 Órdenes; las aves fueron más abundantes con 43 especies, destacando de igual manera el orden de las Passeriformes; los reptiles con 5 especies, que pertenecen en su totalidad al orden Squamata; los mamíferos con 5 especies, siendo el orden dominante los carnívoros. Los resultados obtenidos en los índices muestran que esta área, al igual que en la microcuenca, tiene una alta diversidad específica de vertebrados, pues su abundancia es relativamente equitativa y la dominancia de especies es muy baja.

Tanto en la microcuenca como en el predio se presentaron especies de fauna pertenecientes a órdenes muy diversos y ecológicamente exitosos, como lo son los Passeriformes, Squamata y Carnívora, lo que revela que la selva mediana subcaducifolia es un componente importante para su presencia y esto tiene sentido debido a que las comunidades animales están íntimamente asociadas con la vegetación ya que dependen de ella, como lo sugieren diversos estudios.

Sobre algunas especies en particular, destaca la presencia, en ambas áreas de estudio, de *Artibeus lituratus*, por ser un murciélago frugívoro que tiene un papel ecológico importante por su gran capacidad de diseminación de semillas al recorrer grandes distancias en busca de los recursos alimenticios. No se registraron depredadores de talla grande o depredadores tope en ambas áreas de estudio, ni mesodepredadores carnívoros en la microcuenca, esto puede deberse a una baja abundancia por las grandes dimensiones de sus ámbitos de acción ya que el grupo de mamíferos no presenta dominancias lo que sugiere que sus poblaciones están controladas. Para el área del predio si se registraron especies de – mesodepredador omnívoro- *Nasua narica* y *Procyon lotor*, siendo estos generalistas. Finalmente, del grupo de herpetofauna las especies registradas fueron en su totalidad del orden Squamata.

CASA ALVIRA

En cuanto a especies en riesgo catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre la fauna registrada durante el estudio se tienen 9 especies para ambas áreas: 7 sujetas a protección especial y 2 amenazadas, de manera particular y por solo encontrarse en el área del predio destacan *Deltarhynchus flammulatus* (copetón piquiplano) y *Passerina ciris* (colorín siete colores), sujetas a protección especial, así como *Geothlypis tolmiei* (chipe cabecigrís de Tolmie), ave en estatus de amenazada. Con relación a los reptiles, se enlistan dos especies: *Aspidoscelis lineattissimus* (cuije cola azul), sujeto a protección especial, y la *Boa constrictor* (boa o mazacuata) amenazada. Otras especies importantes que comparten ambas áreas de estudio o en su caso solo se observaron en la microcuenca son: *Buteogallus urubitinga* (Aguililla negra mayor), *Campephilus guatemalensis* (Picamaderos piquiclaro), *Eupsittula canicularis* (perico frente naranja) y *Forpus cyanopygius* (periquito catarino), todas sujetas a protección especial. Esta circunstancia obliga al diseño e implementación de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre con el objetivo de reubicar ejemplares susceptibles de rescate y que habitan en el área de afectación del proyecto.

Respecto de la comparación de los resultados obtenidos en las dos escalas de estudio, ambos sitios muestran una alta diversidad de fauna, no obstante, el predio presentó valores más altos con relación al número de especies observadas, riqueza, diversidad específica y equidad, así como una menor dominancia, y su grado de similitud, según el índice de Jaccard, nos indica que comparten ambas áreas un 31% de las especies. Así pues, en el predio existe una mayor diversidad de fauna, sin embargo, se 6 de las especies endémicas y protegidas fueron exclusivas al predio, de las cuales tres corresponden a aves, una a mamíferos y dos a reptiles, situación que deberá tenerse en cuenta, en especial, para aquellas especies de lento desplazamiento o distribución limitada durante la ejecución del proyecto.

Sumado a la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre previo y durante las diferentes fases de ejecución del proyecto, se recomienda que las áreas de afectación temporal se restauren en el menor tiempo posible y el área con vegetación natural que no será intervenida (*zona de reserva*), funcione como receptor de la fauna silvestre rescatada.

7.2.1 Comparación de riqueza y abundancia de especies entre las dos áreas

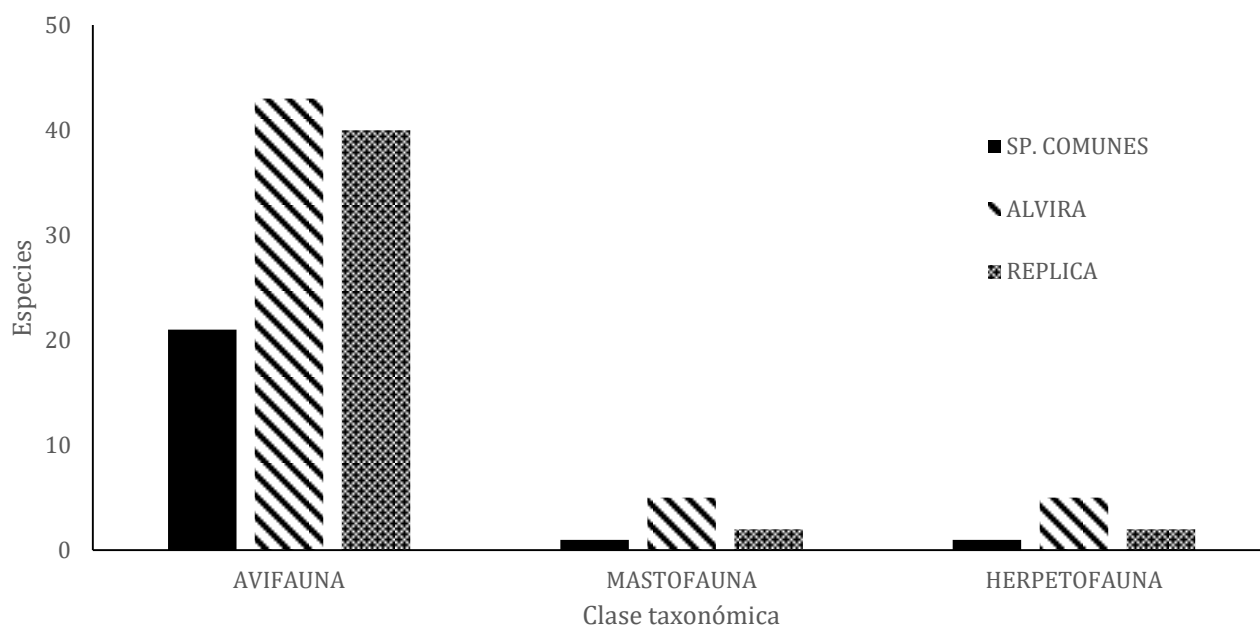
De las 74 especies que se registraron de manera global en las dos escalas del proyecto (*Casa Alvira* y ERC), 23 especies fueron compartidas. Lo anterior representa el 31% del total entre las áreas de estudio. Dentro de estas especies, 21 fueron aves, 1 mamífero y 1 reptil (Tabla VII-4, Figura VII-3).

Tabla VII-4. Riqueza y especies compartidas en Predio Casa Alvira y ERC

Grupo taxonómico	Total de especies	Especies en Casa Alvira	Especies en ERC	Especies compartidas en Casa Alvira y ERC (valor en %)
Avifauna	62	43	40	21 (34%)
Mastofauna	6	5	2	1 (17%)
Herpetofauna	6	5	2	1 (17%)
Total	74	53	44	23 (31%)

El valor en % mostrado representa el porcentaje de las especies compartidas entre las áreas de estudio para cada grupo taxonómico.

CASA ALVIRA

Comparativo diversidad *Casa Alvira* vs ERCFigura VII-3. Valores de riqueza y especies comunes en *Casa Alvira* y ERC desglosado por grupo taxonómico

Respecto a las especies exclusivas en el predio *Casa Alvira*, se registró un total de 29 especies. De ellas, 21 especies corresponden a aves, cuatro a mamíferos y cuatro a reptiles. Además, las especies exclusivas en conjunto tuvieron un conteo de 153 registros, lo que representa el 51% de todas las observaciones en el predio. (Tabla VII-5).

Tabla VII-5. Riqueza y abundancia de especies exclusivas en *Casa Alvira*

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia
Avifauna				
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	20
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogón elegante	20
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Café	10
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	6
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	tirano copetón	4
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	3
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito imberbe	2
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe cabecigrís de Tolmie	2
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cucu ardilla común	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe coroninegro	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Pibí tengo frío	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Copetón piquiplano	1

CASA ALVIRA

Passeriformes	Icteridae	<i>Icteria virens</i>	Reinita grande	1
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pajaro estaca	1
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano piquigruoso	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos picomarfil	1
Mastofauna				
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	6
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejon o Coati	5
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tajassu tajacu</i>	Pecari de collar	5
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2
Herpetofauna				
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije cola azul	25
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del Pacífico	14
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus lanei</i>	Gecko pata de res	9
Squamata	Boidae	<i>Boa Constrictor</i>	Boa	2
Totales				153

7.2.2 Comparación entre valores de diversidad de especies

Por otro lado, los valores de diversidad estimados en el Estudio en *Casa Alvira* y el Estudio Réplica en Cuenca (ERC) mostraron que ambos sitios presentan una alta biodiversidad de fauna con $D_{Mg} > 8$ y $H' > 3$. No obstante, el predio presenta valores más altos en el número de especies observadas (53), de riqueza ($D_{Mg} = 9.12$), diversidad específica ($H' = 3.54$) y equidad ($J' = 0.96$), así como una menor dominancia de especies ($\lambda = 0.04$). En cuanto al grado de similitud de especies entre las áreas de estudio, con base en el índice de Jaccard podemos decir que estas comparten el 31% de las especies (Tabla VII-6, Figura VII-4).

Tabla VII-6. Comparativo de los índices de diversidad calculados para la comunidad de fauna entre *Casa Alvira* y ERC

Índice	<i>Casa Alvira</i>	ERC
Margalef (D_{Mg})	9.12	8.18
Shannon-Wiener (H')	3.54	3.29
Equidad de Pielou (J')	0.96	0.93
Simpson (λ)	0.04	0.075
Jaccard (I_j)	0.31	

CASA ALVIRA

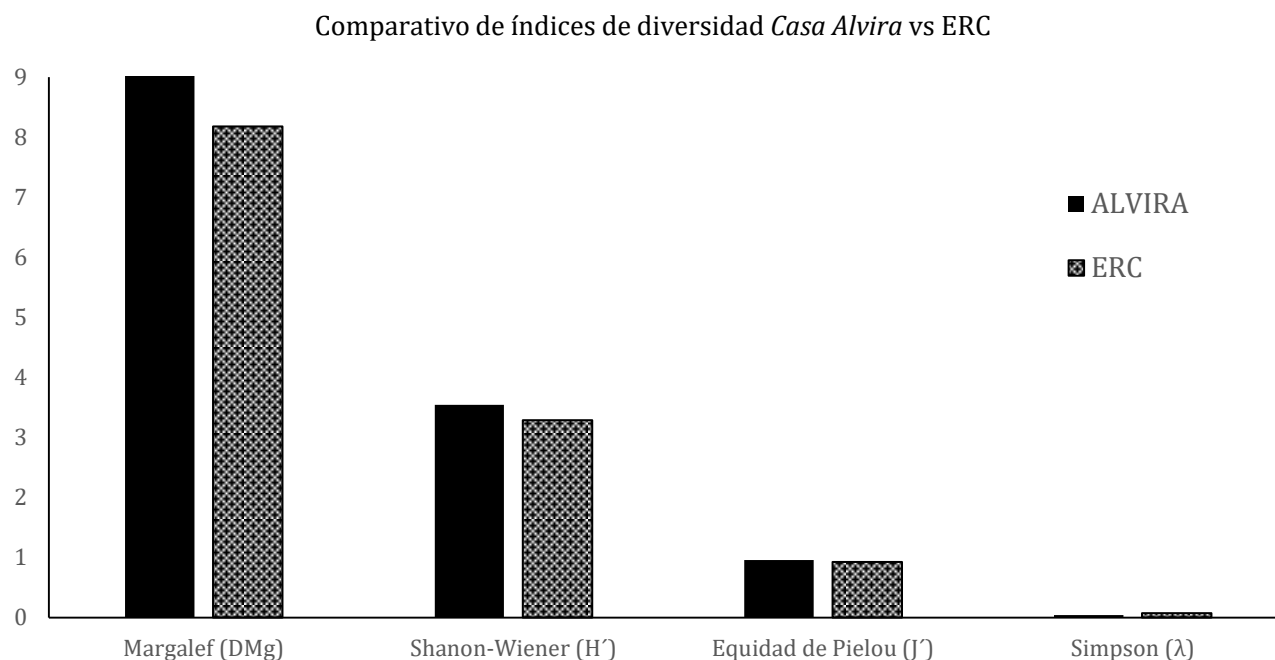


Figura VII-4 .Comparativo de los valores de diversidad estimada entre *Casa Alvira* y ERC

7.2.3 Comparación de especies endémicas y protegidas presentes en Casa Alvira y ERC

De las especies registradas en las dos áreas de estudio se determinó que 28 especies tienen al menos un atributo de endemismo y/o protección. Específicamente, 13 especies son endémicas de México, principalmente de la Sierra Madre Occidental y las Costas Occidente y Pacífico Sur, 1 cuasiendémica y 3 semiendémicas. Además, 18 especies presentan algún grado de protección: 9 están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (7 sujetas a protección especial y 2 amenazadas); 9 tienen alguna categoría CITES. Cabe mencionar que algunas especies presentan varias categorías de vulnerabilidad (Tabla VII-7).

Destacan las siguientes especies por haberse observado únicamente en el área de estudio *Casa Alvira*: *Deltarhynchus flammulatus*; Copetón piquiplano, ave sujeta a protección especial; *Geothlypis tolmiei*; Chipe cabecigrís de Tolmie que se encuentra amenazada (A), y *Passerina ciris*; Colorín siete colores, sujeto a protección especial (Tabla VII-7).

En cuanto a mamíferos únicamente *Nasua narica*; tejón se encuentra en el apéndice III de CITES. De la herpetofauna la *Boa Constrictor* es una especie amenazada y *Aspidoscelis lineattisumus* está sujeta a protección especial (Tabla VII-7).

CASA ALVIRA

Tabla VII-7. Especies con algún grado de endemismo y protección presentes en las áreas de *Casa Alvira* y ERC

Nombre científico	Nombre común	NOM 059	CITES	Endemismo	Alvira	ERC
Avifauna						
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo		II		X	X
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	II		X	X
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca hermosa carinegra			E		X
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Picamaderos piquiclaro	Pr			X	X
<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano			Cuasi E		X
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí piquiancho		II	Semi E		X
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda mexicana		II	E	X	X
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Copetón piquiplano	Pr			X	
<i>Empidonax difficilis</i>	Atrapamoscas occidental			Semi E		X
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr	II		X	X
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero		II		X	X
<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito catarino	Pr	II	E		X
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe cabecigrís de Tolmie	A			X	
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero cariamarillo			E		X
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño			E		X
<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Pr			X	
<i>Pheugopedius felix</i>	Chivirín feliz			E		X
<i>Setophaga nigrescens</i>	Reinita Gris			Semi E		X
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Chivirín sinaloense			E		X
<i>Trogon citreolus</i>	Trogón citrino			E		X
<i>Turdus rufopalliat</i>	Mirlo dorso rufo			E		X
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común		II			X
<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo dorado			E		X
Mastofauna						
<i>Nasua narica</i>	Tejon o Coati		III		X	
<i>Peromyscus perfulvus</i>	Ratón Pantanero			E		X
Herpetofauna						
<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis pañuelo del Pacífico			E	X	X
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije cola azul	Pr		E	X	
<i>Boa Constrictor</i>	Boa	A			X	

Capítulo VIII

Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal

Contenido

CAPITULO VIII. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TASAS INFILTRACIÓN Y EROSIÓN (HÍDRICA Y EÓLICA) EN EL ÁREA SOLICITADA ANTES Y DESPUES DEL CUSTF.....	172
8.1 Análisis comparativo de las tasas de infiltración antes y después del CUSTF	172
8.1.1 Estimación de los volúmenes de infiltración en el área sujeta al CUSTF en las condiciones actuales de vegetación	172
8.1.2 Estimación de los volúmenes de infiltración en el área sujeta al CUSTF en un escenario de eliminación de la vegetación sin aplicación de medidas de mitigación.....	176
8.1.3 Diferencia entre los volúmenes de infiltración en el área sujeta al CUSTF entre dos escenarios: 1) condición actual y ii) eliminación de la vegetación.....	177
8.2 Análisis comparativo de las tasas de erosión (hídrica y eólica)	177
8.2.1 Estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) en el área sujeta al CUSTF en las condiciones actuales de vegetación.....	178
8.2.2 Estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) en el área sujeta al CUSTF en un escenario de eliminación de la vegetación.	180
8.2.3 Diferencia entre las tasas de pérdida de suelo en el área sujeta al CUSTF entre dos escenarios: 1) condición actual y ii) eliminación de la vegetación.....	182
8.3 Análisis comparativo de las tasas de infiltración antes y después de las actividades reforestaciones propuestas	183
8.3.1 Estimación de los volúmenes de infiltración en las áreas de reforestación.....	183
8.3.2 Diferencia entre los volúmenes de infiltración en las áreas de reforestación en dos escenarios: 1) antes de la plantación y ii) después de la plantación.	185
8.4 Análisis comparativo de las tasas de erosión (hídrica y eólica) antes y después de las reforestaciones propuestas	185
8.4.1 Estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) en las áreas de reforestación.	185
8.4.2 Balance global en la pérdida de suelo (toneladas/año) en dos escenarios: i) una vez ejecutadas las actividades de CUSTF y ii) después de las actividades de reforestación propuestas. .	187

CAPITULO VIII. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TASAS INFILTRACIÓN Y EROSIÓN (HÍDRICA Y EÓLICA) EN EL ÁREA SOLICITADA ANTES Y DESPUES DEL CUSTF

Para determinar el grado de afectación derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en las tasas de erosión, así como en la calidad, captación e infiltración del agua, se realizó un análisis comparativo de tales parámetros en la condición actual, así como en una condición hipotética de eliminación de la vegetación, en el área solicitada. La metodología utilizada y los resultados se muestran en el presente capítulo.

8.1 Análisis comparativo de las tasas de infiltración antes y después del CUSTF

8.1.1 Estimación de los volúmenes de infiltración en el área sujeta al CUSTF en las condiciones actuales de vegetación

a) Volumen natural de escurrimiento anual

Los datos para el cálculo de los parámetros que determinan los escurrimientos superficiales se procesaron de acuerdo a la metodología establecida en el NOM-011-CONAGUA-2015, *Conservación del recurso suelo – que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*¹.

A falta de información de registros hidrométricos en la unidad de análisis (microcuenca) el volumen medio anual de escurrimiento se determinó mediante el llamado método indirecto de denominado precipitación-escurrimiento.

Utilizando la metodología de la NOM arriba referida, se calculó en primera instancia el coeficiente de escurrimiento (K) para el tipo de vegetación presente en el área de aprovechamiento en el área sujeta a cambio de uso de suelo, la cual asciende a 2,260.00 m². La asignación del valor del coeficiente de escurrimiento (K) para el tipo de vegetación se hizo con base en la Tabla VIII-1. El valor obtenido fue de 0.26, que corresponde a un bosque cubierto del 25 al 50% con suelo medianamente permeable (Tabla VIII-2).

Como la superficie potencialmente afectada sólo tuvo un uso actual del suelo, el valor de K de la tabla fue el mismo que el valor ponderado (Tabla VIII-2).

¹ Norma Oficial Mexicana 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.

CASA ALVIRA

Tabla VIII-1. Valor de K (NOM-011-CONAGUA-2015)

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
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Tabla VIII-2. Valor del coeficiente de escurrimiento (K) dentro del área sujeta al cambio de uso suelo en el terreno del proyecto "Casa Alvira"

Uso actual del suelo	Valor de K	Superficie (m ²)	% Superficie total	Valor de K ponderado
Selva mediana subcaducifolia con vegetación arbustiva	0.26*	2,260.00	100	0.2600
Total			100	0.2600

** Bosque cubierto del 25 al 50% con suelo medianamente permeable

Posteriormente el valor de K fue ajustado para obtener el coeficiente de escurrimiento anual (C_e); debido a que K ponderado fue mayor a 0.15, se usó la fórmula: $C_e = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$. Finalmente el valor obtenido de C_e , **0.1782** se multiplicó por la superficie a intervenir (m²) y por la precipitación (m), obteniendo el volumen natural de escurrimiento anual actual dentro del área sujeta al CUS.

VOLUMEN ANUAL DE
ESCURRIMIENTO
NATURAL =
(m³)

PRECIPITACIÓN
MEDIA ANUAL DE LA
CUENCA *
(1.0567 m)

ÁREA SUJETA AL
CAMBIO DE USO DE
SUELO*
(2,260 m²)

COEFICIENTE DE
ESCURRIMIENTO
ANUAL
(0.1782)

Volumen anual de escurrimiento natural en el área sujeta al cambio de uso de suelo en las condiciones actuales de vegetación = 425.5772 m³. (Fórmula calculada sin redondeo de decimales).

Así pues, el volumen natural medio anual de escurrimiento para las condiciones actuales de cobertura en el área sujeta a cambio de uso de suelo es de **425.5772 m³**.

b) Cálculo de la infiltración

Siguiendo la definición del **Balance Hídrico**, que es un método que analiza la entrada y salida de agua de un espacio territorial a lo largo del tiempo (Aparicio, 1994), se calculó la infiltración utilizando el método indirecto cuya fórmula es:

$$\text{Infiltración} = P - (\text{ETR} + \text{Ve}) \text{ (Aparicio, 1994).....(A)}$$

Dónde: P = Precipitación; ETR = Evapotranspiración; Ve = Volumen de escurrimiento

De este modo, primero se procedió a realizar el cálculo de la **evapotranspiración** mediante la fórmula de Coutagne (Campos, 1996).

De acuerdo a la NOM-011-CONAGUA-2015, la evapotranspiración se define:

“La descarga de un acuífero a la atmósfera puede tener lugar por evaporación directa de agua freática somera y por la transpiración de la flora.

“La descarga de agua subterránea por evaporación directa se estima multiplicando el área donde tiene lugar el fenómeno por una lámina de agua equivalente a una fracción de la evaporación potencial medida en las estaciones climatológicas. El valor de esa fracción varía entre un máximo de uno, cuando el nivel freático aflora, y cero cuando éste se halla a profundidades mayores que la altura de la faja capilar de los materiales predominantes entre la superficie del terreno y el nivel freático; a falta de información, se supondrá que el valor de la fracción varía entre valores extremos linealmente según la profundidad de dicho nivel.

“La descarga de agua subterránea por evapotranspiración depende de varios factores climáticos, hidrogeológicos y fisiológicos (tipo y densidad de vegetación), que por su amplia variación en el espacio y en el tiempo no son controlables a la escala de una cuenca o de un acuífero. Ante esta dificultad, la magnitud de este componente de descarga no se estimará por separado y su valor quedará implícito en el resultado del balance, lo cual se traducirá en una estimación conservadora de la recarga y de la disponibilidad de agua subterránea.

“Sin embargo, en los casos en que la evapotranspiración sea la principal o la única componente de la descarga del acuífero, se podrán aplicar las técnicas de la percepción remota (interpretación de imágenes de satélite) para estimar la evapotranspiración real procedente del acuífero.”

1) Cálculo de la evapotranspiración

Se utilizó la fórmula de Coutagne de la evapotranspiración anual en mm:

$$\text{ETR} = P - \text{XP}^2 \text{..... (B)}$$

Dónde:

ETR: Evapotranspiración en m/año.

P: Precipitación media en m/año.

$$X = 1 / (0.8 + 0.14t)$$

t: temperatura media anual en °C.

Con base en la información climatológica de la estación meteorológica 1808, San Marcos, que es la que se encuentra más cercana al área de estudio y que también posee las características físicas y biológicas afines a ésta, se tiene una precipitación media anual de 1056.7 mm y una temperatura media anual de 25.7 °C.

Así sustituyendo en la ecuación (B) tenemos: $X = 1 / [0.8 + (0.14 * 25.7)]$; lo que es igual a: $1 / 4.398$; igual a **0.2273**

Sustituyendo en la ecuación tenemos: $ETR = 1.0567 - (0.2273 * 1.0567^2)$ igual a: $1.0567 - 0.2538 = \mathbf{0.8028 \text{ m/año.}}$

2) Cálculo de la infiltración

Obtenido el valor de la evapotranspiración se llevó a cabo el cálculo de la infiltración sustituyendo los valores en la ecuación (A).

$$\text{Infiltración} = P - (ETR + Ve)$$

Dónde: P = Precipitación; ETR = Evapotranspiración; Ve = Volumen de escurrimiento

Así pues, recapitulando tenemos:

- 1.- Una superficie de afectación de **2,260 m²**,
- 2.- Un volumen natural de escurrimiento anual de **425.5772 m³/anuales** con base en los cálculos realizados en el inciso "a" de este apartado.
- 3.- Así mismo, estamos considerando una precipitación media anual de **1056.7 mm**, lo que equivale a una lámina de **1.0567 m** en una superficie de 1 m².

Sustituyendo en (A):

Volumen de precipitación total en el área sujeta al cambio de uso de suelo (P):

Área de afectación por cambio de uso de suelo * precipitación media anual

$$2,260.00 \text{ m}^2 * 1.0567 \text{ m} = \mathbf{2,388.142 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Volumen de evapotranspiración en el área (ETR):

Evapotranspiración * Área de afectación por cambio de uso de suelo

$$0.8028 \text{ m/año} * 2,260.00 \text{ m}^2 = \mathbf{1,814.3471 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Volumen de escurrimiento (Ve)

$$\mathbf{425.5772 \text{ m}^3/\text{anuales}}$$

Así pues la infiltración estimada en el área sujeta al cambio de uso de suelo en las condiciones actuales quedaría:

CASA ALVIRA

Infiltración = Volumen de precipitación total – (volumen de evapotranspiración + volumen de escurrimiento).

Sustituyendo: $2,388.1420 - (1,814.3471 + 425.5772)$; igual a $2,388.1420 - 2,239.9244 = 148.2176 \text{ m}^3/\text{año}$.

De acuerdo a estos cálculos, la superficie propuesta para el CUSTF en el predio “Casa Alvira”, en sus condiciones actuales, cuenta con una capacidad de infiltración de $148.2176 \text{ m}^3/\text{año}$.

8.1.2 Estimación de los volúmenes de infiltración en el área sujeta al CUSTF en un escenario de eliminación de la vegetación sin aplicación de medidas de mitigación

a) Volumen natural de escurrimiento anual

Considerando la eliminación total de la vegetación presente en el área objeto de la presente solicitud, sin llevar a cabo medidas de mitigación, se hizo una operación para estimar como se alterarían los volúmenes de infiltración debido a un eventual cambio de uso de suelo. Para ello se siguió el procedimiento mencionado en el apartado 8.1.1, pero variando primeramente el coeficiente de escurrimiento (K) para obtener el volumen anual de escurrimiento en un escenario eliminación total de la vegetación. El valor utilizado fue de **0.29**, que corresponde a un área urbana con un suelo medianamente permeable (Tabla VIII-3). Dicho valor de K fue ajustado, con lo que se obtuvo un coeficiente de escurrimiento anual de **0.2103**, mismo que se multiplicó por la superficie del predio (m^2) y por la precipitación (mm), obteniendo el volumen natural de escurrimiento anual dentro del predio en condiciones de un eventual cambio de uso de suelo, es decir, sin ningún tipo de cobertura vegetal.

Tabla VIII-3. Valor ponderado del coeficiente de escurrimiento (K) dentro del área sujeta al cambio de uso suelo en el predio “Casa Alvira” en un escenario de eliminación total de la vegetación.

Uso actual del suelo	Valor de K	Superficie de área sujeta a cambio de uso de suelo (m^2)	% Superficie total	Valor de K ponderado
Selva mediana subcaducifolia con vegetación arbustiva	0.29*	2,260.00	100	0.2900
Total		2,260.00		0.2900

* Área urbana en suelo medianamente permeable

VOLUMEN ANUAL DE
ESCURRIMIENTO
NATURAL =
(m^3)

PRECIPITACIÓN
MEDIA ANUAL DE LA
CUENCA *
(1.0567 m)

ÁREA SUJETA AL
CAMBIO DE USO DE
SUELO *
(2,260.00 m^2)

COEFICIENTE DE
ESCURRIMIENTO
ANUAL
(0.2103)

Volumen anual de escurrimiento natural en el área sujeta a cambio de uso de suelo en las condiciones de un eventual cambio de uso de suelo (sin vegetación) = 502.2378 m^3

b) Cálculo de la infiltración

Se calculó la infiltración utilizando el método señalado en la sección anterior:

$$\text{Infiltración} = P - (\text{ETR} + \text{Ve})$$

Dónde: P = Precipitación; ETR = Evapotranspiración; Ve = Volumen de escurrimiento

El valor obtenido de la evapotranspiración fue similar al obtenido en la sección anterior mediante la ecuación de Coutagne: **0.8028 m/año**.

Así pues la infiltración estimada en el área sujeta al cambio de uso de suelo una vez efectuado el desmonte quedaría:

$$\text{Infiltración} = \text{Volumen de precipitación total} - (\text{volumen de evapotranspiración} + \text{volumen de escurrimiento}).$$

Sustituyendo: $2,388.1420 - (1,814.3471 + 502.2378)$; igual a $2,388.1420 - 2,316.5849 = 71.5570 \text{ m}^3/\text{año}$.

De acuerdo a estos cálculos, en el área sujeta al cambio de suelo en condiciones de eliminación hipotética de la vegetación y sin llevar a cabo medidas de mitigación, contaría con una capacidad de infiltración de $71.5570 \text{ m}^3/\text{año}$.

8.1.3 Diferencia entre los volúmenes de infiltración en el área sujeta al CUSTF entre dos escenarios: 1) condición actual y ii) eliminación de la vegetación

Tomando los valores calculados en las secciones anteriores, se procedió a obtener la diferencia entre los volúmenes de infiltración de agua en dos escenarios: i) bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal y ii) ante un retiro de la vegetación (desmonte) para el CUSTF. El resultado se muestra en la Tabla VIII-4.

Tabla VIII-4. Estimación de los cambios en el volumen de infiltración en el área sujeta al CUSTF en dos escenarios: i) condiciones actuales y ii) retiro de la vegetación

Servicio ambiental: Cantidad de agua	Escenarios		Diferencia entre ambos escenarios ($\text{m}^3/\text{año}$)
	Condiciones actuales ($\text{m}^3/\text{año}$)	Retiro de la vegetación ($\text{m}^3/\text{año}$)	
Infiltración	148.2176	71.5570	- 76.6606

Así pues, ante un eventual desmonte y sin la aplicación de medidas de conservación de suelo y agua, habría un incremento en la escorrentía superficial en $76.6606 \text{ m}^3/\text{año}$, cifra que representa alrededor de la mitad partes de lo que se infiltra bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal.

8.2 Análisis comparativo de las tasas de erosión (hídrica y eólica)

Con la finalidad de determinar el grado de afectación en las tasas actuales de pérdida de suelo, derivado de las eventuales actividades de desmonte, en el área sujeta al CUSTF, se procedió a hacer una análisis comparativo en dos escenarios: i) bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal y ii) ante un retiro de la vegetación (desmonte). La metodología utilizada y los resultados obtenidos se muestran a continuación.

8.2.1 Estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) en el área sujeta al CUSTF en las condiciones actuales de vegetación

a) Estimación de la erosión hídrica en las condiciones actuales de vegetación

La estimación de la pérdida de suelo por acción del agua (erosión hídrica) se hizo con base en la fórmula universal de pérdida de suelo con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE del Distrito Federal².

La metodología requiere conocer los parámetros que se mencionan a continuación:

1. PECRE: Período de crecimiento (el valor de precipitación anual usado fue el de la estación meteorológica 1808 San Marcos, Nayarit, que alcanza un valor promedio de 1056.7 mm)

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{precipitación media}) - 0.0000372 (\text{precipitación media})^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 0.2408 (1056.7) - 0.0000372 (1056.7)^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 179.81$$

2. IALLU: Subíndice de agresividad de la lluvia:

$$\text{IALLU} = 1.1244 (\text{PECRE}) - 14.7875$$

$$\text{IALLU} = 1.1244 (179.81) - 14.7875$$

$$\text{IALLU} = 187.39$$

3. CAERO: Coeficiente de erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse. El tipo de suelo se obtuvo a partir de la carta de Edafología, escala 1:250 000 (INEGI) y realizando la actualización de suelos de acuerdo a la nueva clasificación de la WRB (2009), obteniéndose la siguiente unidad de suelo: Feozem léptico. Se recurre a la tabla de unidades de suelo del manual y se observa que es igual a **0.5**.

4. CATEX: Calificación de la textura. Se obtiene de la tabla de textura del manual (Tabla VIII-5). Como el suelo es de textura 3, es decir, gruesa, el **CATEX es igual a 0.1**.

Tabla VIII-5. Calificativo de textura (SEDUE, 1988).

CATEX	Textura y fase
0.2	1
0.3	2
0.1	3
0.5	Fase pedregosa o gravosa.

5. CATOP: Calificación de la topografía. La categorización del terreno se obtuvo a partir del mapa de altimetría elaborado a partir del levantamiento topográfico. El valor asignado se obtuvo de la tabla de calificativo de topografía (CATOP) del manual (Tabla VIII-6). Como la pendiente media del predio es mayor del 30%, el **CATOP es igual a 11**.

² SEDUE (1988). Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Pág. 171-182.

CASA ALVIRA

Tabla VIII-6. Calificativo de topografía (CATOP) (SEDUE, 1988)

CATOP	Clase de pendiente	Rango	Topoforma
0.35	a	0-0.8%	Valle, llanura, meseta con variación de 500 m.
3.50	b	8-30%	Lomeríos, meseta con variación de 500 a 750 m.
11.00	c	Mayor del 30%	Sierra, meseta con variación mayor de 750 m.

6. CAUSO: Calificación por uso del suelo. La clasificación del uso del suelo se obtuvo a partir de la Carta de Recursos Forestal 1:50 000, Clave F13 C58, Punta Sayulita, Nayarit. El valor asignado se obtuvo de la tabla de la calificación por uso de suelo (CAUSO) (Tabla VIII-7). Dado que la vegetación dominante del predio es la selva mediana subcaducifolia (o bosque tropical subcaducifolio) el valor del **CAUSO fue de 0.10**.

Tabla VIII-7. Calificación por uso de suelo (CAUSO) (SEDUE, 1988).

CAUSO	Vegetación
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.15	Matorral

Una vez obtenidos dichos indicadores se aplicó la siguiente fórmula:

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO.....(A)$$

Sustituyendo en (A) se obtiene un valor estimado de pérdida actual de suelo de:

$$Eh = 187.39 * 0.5 * 0.1 * 11 * 0.10 = \underline{\underline{10.3067 \text{ toneladas/ha/año.}}}$$

Siendo las unidades de medida: toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), los valores de la erosión hídrica se clasifican en cuatro rangos como se muestran en la Tabla VIII-8.

Tabla VIII-8. Valores de erosión hídrica (SEDUE, 1988).

Rangos(ton/ha/año)	Clasificación
Mayor de 200	Muy alta
De 50 a 200	Alta
De 10 a 50	Moderada
Menor de 10	Ligera

Por lo tanto, se puede decir que la tasa anual de erosión hídrica en el área sujeta al cambio de uso de suelo en sus condiciones actuales de cobertura vegetal es MODERADA.

b) Erosión eólica

Para la evaluación de la erosión laminar eólica se calcularon los siguientes parámetros:

1. CATEX: (para suelos no calcáreos): calificación de textura: 1.85
2. CAUSO: Calificación por uso del suelo, bosque tropical subcaducifolio: 0.10
4. IAVIE: Índice de agresividad del viento.

Fórmula: $IAVIE = 160.8252 - 0.7660 \text{ (PECRE)}$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 \text{ (179.81)}$$

CASA ALVIRA

$$IAVIE = 23.09$$

Una vez obtenidos dichos indicadores se aplicó la siguiente fórmula:

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Obteniéndose el siguiente valor estimado de pérdida de suelo con cobertura vegetal:

1) Escenario actual, es decir, con la vegetación presente:

$$Eh = 23.09 * 1.85 * 0.10 = \underline{4.2713 \text{ toneladas/ha/año.}}$$

Siendo las unidades de medida: toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), los valores de la erosión eólica se clasifican en cinco rangos como se muestran en la Tabla VIII-9.

Tabla VIII-9. Valores de erosión eólica (SEDUE, 1988).

Rangos(ton/ha/año)	Clasificación
Mayor de 200	Muy alta
De 100 A 200	Alta
De 50 A 100	Media
De 12 a 50	Baja
Menor de 12	Sin erosión

Por lo tanto, se puede decir que la tasa anual de erosión eólica en el área sujeta al cambio de uso de suelo en sus condiciones actuales de cobertura vegetal es NULA (Sin erosión)

c) Erosión acumulada

Así pues, sumando los dos tipos de erosión identificados en el predio del proyecto tenemos una tasa acumulada de pérdida de suelo de 14.5780 ton/ha/año (Tabla VIII-10).

Tabla VIII-10. Tasa estimada de erosión acumulada (hídrica más eólica) calculada en el área sujeta al CUSTF en su condición actual de cobertura vegetal

Tipos de Erosión	Erosión hídrica (ton/ha/año)	Erosión eólica (ton/ha/año)	Tasa de pérdida acumulada (ton/ha/año)
	10.3067	4.2713	14.5780

Estos valores totales más o menos coinciden con las categorías establecidas en el estudio de riesgo de erosión actual utilizada para el análisis de pérdida de suelo a nivel de unidad de análisis; en dicho estudio el **RIESGO DE EROSIÓN ACTUAL** anual de suelo estimado en el predio “Casa Alvira” alcanzó la categoría **TOLERABLE** (menor a 10 toneladas/ha/año) (Ver Figura V-7, del Capítulo V).

8.2.2 Estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) en el área sujeta al CUSTF en un escenario de eliminación de la vegetación

La segunda estimación de la pérdida de suelo se efectuó bajo el escenario de un eventual cambio uso de suelo, es decir, después de la eliminación de la vegetación.

CASA ALVIRA

La metodología es similar a la utilizada en la sección anterior, el único valor que se ha modificado es el de la calificación por uso de suelo (CAUSO), el cual corresponde a una condición de terreno agrícola, cuyo valor es igual a 0.80.

a) Erosión hídrica

1. PECRE: Período de crecimiento (el valor de precipitación anual usado fue el de la estación meteorológica 1808 San Marcos, Nayarit, que alcanza un valor promedio de 1056.7 mm)

$$\text{PECRE} = 179.81$$

2. IALLU: Subíndice de agresividad de la lluvia:

$$\text{IALLU} = 187.39$$

3. CAERO: Coeficiente de erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse. Suelo Feozem háplico, igual a 0.5.

4. CATEX: Calificación de la textura. Como el suelo es de textura 3, es decir, gruesa, el **CATEX es igual a 0.1.**

5. CATOP: Calificación de la topografía. Como la pendiente media del predio es mayor del 30%, **el CATOP es igual a 11.**

6. CAUSO: Calificación por uso del suelo. Se usó una clasificación de suelo hipotética que corresponde a un suelo sin vegetación. El valor asignado correspondió a un uso de suelo agrícola, por lo que el **CAUSO fue de 0.80.**

Una vez obtenidos dichos parámetros se aplicó la siguiente fórmula:

$$E_h = \text{IALLU} * \text{CAERO} * \text{CATEX} * \text{CATOP} * \text{CAUSO} \dots\dots (A)$$

Sustituyendo en (A) se obtiene un valor estimado de pérdida actual de suelo de:

$$E_h = 187.39 * 0.5 * 0.1 * 11 * 0.80 = \underline{\underline{82.4537 \text{ toneladas/ha/año.}}}$$

(Fórmula calculada sin redondeo de decimales)

Por lo tanto, se puede decir que la tasa anual de erosión hídrica en el área sujeta al cambio de uso de suelo en condiciones de retiro de vegetación es ALTA.

b) Erosión eólica

Para la evaluación de la erosión laminar eólica se calcularon los siguientes parámetros:

1. CATEX: (para suelos no calcáreos): calificación de textura: **1.85**

2. CAUSO: Calificación por uso del suelo, bosque tropical subcaducifolio: **0.80**

4. IAVIE: Índice de agresividad del viento: **23.09**

Una vez obtenidos dichos indicadores se aplicó la siguiente fórmula:

$$E_e = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

CASA ALVIRA

Obteniéndose el siguiente valor estimado de pérdida de suelo con cobertura vegetal:

1) Escenario actual, es decir, con la vegetación presente:

$$E_h = 23.09 * 1.85 * 0.80 = \underline{\underline{34.1705 \text{ toneladas/ha/año.}}}$$

Siendo las unidades de medida: toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), los valores de la erosión eólica se clasifican en cinco rangos como se muestran en la Tabla VIII-9.

Por lo tanto, se puede decir que la tasa anual de erosión eólica en el área sujeta al cambio de uso de suelo en condiciones de retiro de vegetación es BAJA.

c) Erosión acumulada

Así pues, sumando los dos tipos de erosión identificados en el predio del proyecto tenemos una tasa acumulada de pérdida de suelo de 116.6241 ton/ha/año (Tabla VIII-11).

Tabla VIII-11. Tasa estimada de erosión acumulada (hídrica más eólica) calculada en el área sujeta al CUSTF en su condiciones de retiro total de la vegetación.

Tipos de Erosión	Erosión hídrica (ton/ha/año)	Erosión eólica (ton/ha/año)	Tasa de pérdida acumulada (ton/ha/año)
	82.4537	34.1705	116.6241

8.2.3 Diferencia entre las tasas de pérdida de suelo en el área sujeta al CUSTF entre dos escenarios: 1) condición actual y ii) eliminación de la vegetación

Tomando los valores calculados en las secciones anteriores, se procedió a obtener la diferencia entre las tasas de erosión acumuladas (hídrica y eólica) en dos escenarios: i) bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal y ii) ante un retiro de la vegetación (desmonte) para el CUSTF. El resultado se muestra en la Tabla VIII-12.

Tabla VIII-12. Estimación de los cambios en las tasas de pérdida de suelo en el área sujeta al CUSTF en dos escenarios: i) condiciones actuales y ii) retiro de la vegetación

Tasas de erosión	Escenarios				Diferencia entre ambos escenarios (ton/ha/año)
	Condiciones actuales (ton/ha/año)		Retiro de la vegetación (ton/ha/año)		
	Hídrica	Eólica	Hídrica	Eólica	
	10.3067	4.2713	82.4537	34.1705	
Acumulada	14.5780		116.6241		+102.0461

Así pues, ante un eventual desmonte y sin la aplicación de medidas de conservación de suelo y agua, **las tasas actuales de erosión aumentarían en 102.0461 ton/ha/año**, es decir, serían seis veces más elevadas que con la cobertura vegetal actual.

8.3 Análisis comparativo de las tasas de infiltración antes y después de las actividades reforestaciones propuestas

8.3.1 Estimación de los volúmenes de infiltración en las áreas de reforestación

- a) Volumen natural de escurrimiento anual (VAEN) en las superficies de reforestación propuestas, antes y después de la plantación.

En la presente estimación se considera la reforestación de la *superficie de intervención temporal*, la cual alcanzaría como superficie máxima 945.90 m², más dos polígonos ubicados en la *zona de reserva* que sustentan vegetación de matorral dominada por *Celtis iguanae* (iguanero), los cuales suman 1,554.10 m². De este modo, tenemos un total de 2,500 m² para destinarlos a actividades de reforestación como una medida para mitigar los efectos del CUSTF. La descripción detallada de dichas actividades se enlistan en el Programa de rescate y reubicación, y de reforestación del proyecto Casa Alvira (anexo al presente estudio).

Para ello se siguió el procedimiento mencionado en el apartado 8.1.1, pero modificando en primera instancia el coeficiente de escurrimiento (K) para obtener un volumen anual de escurrimiento en un escenario una vez ejecutadas las actividades de desmonte, en el caso de la *superficie de intervención temporal* (se usó un valor de **K = 0.29**, que corresponde a un área urbana con suelo medianamente permeable). Para el caso de los dos polígonos ubicados en la *zona de reserva*, el escenario utilizado corresponde a las condiciones actuales de vegetación de éstos: **K igual a 0.28**, que corresponde a un terreno con cobertura vegetal menor del 25% en un suelo medianamente permeable. Una vez ponderado (**0.2838**) (Tabla VIII-13), el valor de K fue ajustado para obtener el coeficiente de escurrimiento anual: $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$, de acuerdo a la fórmula establecida en la NOM-011-CONAGUA-2015, obteniendo un valor de **Ce, 0.2037** el cual se multiplicó por la superficie total a reforestar (m²) y por la precipitación (mm), obteniendo el volumen natural de escurrimiento anual antes de llevar a cabo las actividades de reforestación.

Tabla VIII-13. Valor ponderado del coeficiente de escurrimiento (K) dentro de las áreas propuestas para la reforestación en el predio “Casa Alvira”, antes de dichas actividades

Uso actual del suelo	Valor de K	Superficie de reforestación propuesta (m ²)	% Superficie total	Valor de K ponderado
Superficie de intervención temporal	0.29*	945.90	37.84	0.1097
Polígonos en zona de reserva	0.28**	1,554.10	62.16	0.1741
Total		2500.00		0.2838

* Área urbana en suelo medianamente permeable

** Bosque cubriendo menos del 25% con suelo medianamente permeable

VOLUMEN ANUAL DE
ESCURRIMIENTO
NATURAL =
(m³)

PRECIPITACIÓN
MEDIA ANUAL DE LA
CUENCA *
(1.0567 m)

SUP. DESTINADAS A
LA REFORESTACIÓN
*
(2,500.00 m²)

COEFICIENTE DE
ESCURRIMIENTO
ANUAL
(0.2037)

CASA ALVIRA

Volumen anual de escurrimiento natural en las superficies propuestas para llevar a cabo la reforestación antes de su ejecución = 538.0471 m³ (Fórmula calculada sin redondeo de decimales).

Para la estimación del VAEN en un escenario de ejecución completa de las actividades de reforestación, en las superficies arriba descritas, se hizo modificando el valor de K. De este modo se utilizó, tanto para el caso de la *superficie de intervención temporal*, como para los polígonos situados dentro de la *zona de reserva*, un valor de **K igual a 0.22**, que corresponde a un uso de suelo de bosque cubierto del 50 al 75% en un suelo medianamente permeable (Tabla VIII-1). Dicho K fue ajustado para obtener el coeficiente de escurrimiento anual: $Ce = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$, de acuerdo a la fórmula establecida en la NOM-011-CONAGUA-2015, obteniendo un valor de **Ce, 0.1354**.

VOLUMEN ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL = (m ³)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA * (1.0567 m)	SUP. DESTINADAS A LA REFORESTACIÓN * (2,500.00 m ²)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (0.1354)
---	--	--	--

Volumen anual de escurrimiento natural en las superficies propuestas para llevar a cabo la reforestación una vez ejecutadas tales actividades = 357.7026 m³ (Fórmula calculada sin redondeo de decimales).

b) Cálculo de la infiltración en las superficies a reforestar antes y después de la plantación

Para el cálculo de la infiltración se procedió de acuerdo con la metodología descrita en el Apartado 8.1.1. Los parámetros utilizados se muestran en la Tabla VIII-14.

Tabla VIII-14. Estimación de los volúmenes de infiltración en la zona de intervención temporal, antes y después de las actividades de reforestación

Parámetros (NOM-011-CONAGUA-2015)	Antes de la plantación	Después de la plantación
Precipitación (m)	1.0567	1.0567
T (°C)	25.7	25.7
Evapotranspiración (m/año)	0.8028	0.8028
Superficie (m ²)	2,500.00	2,500.00
Volumen de precipitación total (m ³ /año)	2,641.75	2,641.75
Volumen de evapotranspiración (m ³ /año)	2,007.0212	2,007.0212
VAEN (m ³ /año)	538.0471	357.7026
Volumen de infiltración (m³/año)	96.6816	277.0262

En consecuencia, de acuerdo con los cálculos estimados, el volumen de infiltración en las áreas a reforestar es de 96.6816 m³/año, en un escenario previo a dichas actividades; en contraparte, se estima que el volumen de infiltración se elevaría a 277.0262 m³/año, una vez ejecutadas las actividades de repoblación propuestas.

8.3.2 Diferencia entre los volúmenes de infiltración en las áreas de reforestación en dos escenarios: 1) antes de la plantación y ii) después de la plantación

Tomando en cuenta los valores calculados en la sección anterior, se procedió a obtener la diferencia entre los volúmenes de infiltración de agua en las áreas de reforestación propuestas en dos escenarios: i) antes de la plantación y ii) después de la plantación (Tabla VIII-15).

Tabla VIII-15. Estimación de los cambios en el volumen de infiltración en las áreas de reforestación propuestas, en dos escenarios: i) antes de la plantación y ii) después de la plantación

Servicio ambiental: Cantidad de agua	Escenarios		Diferencia entre ambos escenarios (m ³ /año)
	Antes de la plantación (m ³ /año)	Después de la plantación (m ³ /año)	
Infiltración	96.6816	277.0262	+180.3445

De este modo, tenemos que la **infiltración en las áreas de reforestación propuestas**: i) en la *zona de intervención temporal* en una condición hipotética de remoción de vegetación, y ii) en los dos polígonos ubicados en la *zona de reserva*, pasaría de **96.6816 m³/año**, en un escenario previo a la repoblación, a **277.0262 m³/año**, después del establecimiento de ejemplares. Así, entre ambos escenarios, **se tendría una ganancia en los volúmenes de infiltración de 180.3446 m³/año**, agua que en lugar de sumarse a los flujos superficiales, por efecto de la cobertura vegetal penetraría al suelo, recargando los mantos freáticos locales.

Finalmente, para obtener la ganancia neta en los volúmenes de infiltración estimados, se debe considerar las pérdidas calculadas en un escenario de eventual retiro de la vegetación en el área sujeta al CUSTF solicitada (Tabla VIII-4) frente a las ganancias estimadas derivadas del programa de reforestación propuesta (Tabla VIII-15), operación que arroja como resultado un volumen a favor (ganancia en infiltración) de **+103.6840 m³/año** (Tabla VIII-16).

Tabla VIII-16. Balance global entre los volúmenes de infiltración frente a dos escenarios: 1) ejecución de las actividades cambio de uso de suelo y 2) una vez ejecutadas las actividades de repoblación

Servicio ambiental: Cantidad de agua	Escenarios		Diferencia neta en los volúmenes de infiltración (m ³ /año)
	Eventual retiro de la vegetación (desmonte) (m ³ /año)	Ganancias derivadas de las reforestaciones (m ³ /año)	
Infiltración	- 76.6606	+180.6840	+103.6840

8.4 Análisis comparativo de las tasas de erosión (hídrica y eólica) antes y después de las reforestaciones propuestas

8.4.1 Estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) en las áreas de reforestación

- Estimación de los volúmenes de erosión hídrica en las superficies de reforestación, antes y después de la plantación

CASA ALVIRA

La presente estimación de las tasas de erosión (hídrica y eólica) corresponde a una superficie total de 2,500 m², en un escenario posterior a las actividades de desmonte, en el caso de la *superficie de intervención temporal*, y en condiciones actuales de vegetación, para el caso de los dos polígonos ubicados en la *zona de reserva* (antes del establecimiento de ejemplares).

La metodología utilizada para este fin es la misma que se desarrolló ampliamente en el Apartado 8.2. La fórmula y los parámetros se muestran en la Tabla VIII-17.

Tabla VIII-17. Estimación de las tasas de erosión hídrica en las áreas de reforestación propuestas, antes y después de la plantación

Parámetros	$E_h = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$	Áreas de reforestación propuestas	
		Antes de la plantación	Después de la plantación
PECRE	Periodo de crecimiento = 0.2408 (pp media) - 0.0000372 (pp media) ² - 33.1019 (la pp media utilizada fue de 1056.7 mm)	179.81	179.81
IALLU	Subíndice de agresividad de lluvia = 1.1244 (PECRE) - 14.7875	187.39	187.39
CAERO	Coefficiente de erodabilidad. Phaeozem léptico	0.5	0.5
CATEX	Calificación de textura: Gruesa 3 (Tabla VIII-5)	0.1	0.1
CATOP	Calificación de la topografía: > 30% en promedio (Tabla VIII-6)	11	11
CAUSO	Calificación por uso de suelo: agrícola (0.80) (antes de la plantación) y bosque (0.1) (después de la plantación) (Tabla VIII-7)	0.80	0.10
EROSIÓN HÍDRICA (toneladas/ha/año)		82.4537	10.3067

Así pues, de acuerdo con la Tabla VIII-8, la tasa de erosión hídrica pasaría de una categoría ALTA: 82.4537 ton/ha/año, previo a las actividades de reforestación, a una categoría LIGERA: 10.3067 ton/ha/año, después de llevar a cabo las actividades de reforestación propuestas.

- b) Estimación de los volúmenes de erosión eólica en las áreas de reforestación, antes y después de la plantación

Para la estimación de la erosión laminar eólica se utilizó la fórmula y los parámetros de la Tabla VIII-18.

Tabla VIII-18. Estimación de las tasas de erosión eólica en las áreas de reforestación propuestas, antes y después de la plantación

Parámetros	$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$	Antes de la plantación	Después de la plantación
PECRE	Periodo de crecimiento = 0.2408 (pp media) - 0.0000372 (pp media) ² - 33.1019 (la precipitación media utilizada fue de 1056.7 mm)	179.81	179.81
IAVIE	Índice de agresividad del viento: 160.8252 - 0.7660 * (PECRE)	23.09	23.09
CATEX	Calificación de textura (para suelos no calcáreos)	1.85	1.85
CAUSO	Calificación por uso de suelo: agrícola (0.80) (antes de la plantación) y bosque (0.1) (después de la plantación) (Tabla VIII-7).	0.80	0.10
EROSIÓN EÓLICA (toneladas/ha/año)		34.1705	4.2713

CASA ALVIRA

- c) Estimación de los volúmenes de erosión (hídrica y eólica) en las áreas de reforestación propuestas, antes y después de la plantación

Así pues, sumando los dos tipos de erosión identificados en el predio Casa Alvira, en dos escenarios: antes y después de las actividades de reforestación, la tasa de pérdida acumulada pasaría de 116.6241 ton/ha/año a 14.5780 ton/ha/año, con lo cual se tendría una disminución de 102.0461 ton/ha/año, en la superficie de plantación (Tabla VIII-19).

Tabla VIII-19. Estimación de los cambios en las tasas de pérdida de suelo en las áreas de reforestación, en dos escenarios: i) antes de la plantación y ii) después de la plantación

Tipos de Erosión	Hídrica (ton/ha/año)	Eólica (ton/ha/año)	Tasa de pérdida acumulada (ton/ha/año)
Antes de la plantación	82.4537	34.1705	116.6241
Después de la plantación	10.3067	4.2713	14.5780
Diferencia entre ambos escenarios			-102.0461

8.4.2 Balance global en la pérdida de suelo (toneladas/año) en dos escenarios: i) una vez ejecutadas las actividades de CUSTF y ii) después de las actividades de reforestación propuestas

Para obtener el balance global en la pérdida de suelo en toneladas/año, se hizo el cálculo de acuerdo con las hectáreas afectadas por el cambio de uso de suelo frente a las que serán reforestadas. De este modo, el aumento en la pérdida de suelo en **23.0624 ton/año** derivado de un eventual retiro de la vegetación en la superficie solicitada para CUSTF (00-22-60 ha x 102.0461 ton de suelo/ha/año), **será compensado por la disminución de la erosión en las áreas que serán reforestadas: 00-25-00 ha**, que acumula un total de **25.5115 ton/año**. Así, al hacer el contraste de cifras, **se tiene una disminución de 2.4491 ton/ha**, que equivale a la cantidad de suelo que se dejará de perder (o se retendrá, según se vea) después de hacer las reforestaciones correspondientes y considerando, así mismo, las pérdidas por las actividades de desmonte (Tabla VIII-20).

Tabla VIII-20. Balance global entre el valor neto de la pérdida de suelo (ton/año) en un escenario de retiro total de la vegetación frente a las estimaciones una vez efectuada las actividades de reforestación propuestas.

Tasa de erosión calculada (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Valor neto de la pérdida de suelo (toneladas/año)
Escenario 1. Diferencia entre erosión acumulada actual y frente a las actividades de CUSTF		
+102.0461	00-22-60	+23.0624
Escenario 2. Diferencia entre erosión acumulada antes y después de las actividades de reforestación		
-102.0461	00-25-00	-25.5115
Balance global (Escenario 1 vs. Escenario 2)		-2.4491

Capítulo IX

Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie
y por predio, de las Materias primas forestales
derivadas del Cambio de uso de suelo

Contenido

CAPITULO IX. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	188
9.1 Materiales y métodos.....	188
9.1.1 Materiales	188
9.1.2 Métodos	189
9.2 Resultados del censo forestal	192
9.2.1 Existencias reales en el predio Casa Alvira.....	192
9.2.2 Volúmenes a remover y volumen residual en el predio Casa Alvira	196

CAPITULO IX. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

En el presente capítulo se realiza la estimación del volumen de las materias primas forestales que se extraerán por la remoción de la vegetación forestal como consecuencia de las actividades de cambio de uso de suelo objeto del presente estudio.

Debido a la pequeña superficie del terreno, en lugar del establecimiento de unidades de muestreo para la estimación del volumen de materias primas forestales, se optó por el levantamiento puntual de cada uno de los individuos arbóreos mediante la utilización de una estación total para su georeferenciación.

Por lo que hace a la delimitación física del terreno, éste se encuentra claramente cercado mediante varios hilos de alambre de púas sujetos por postes de concreto.

9.1 Materiales y métodos

La lista de los distintos materiales utilizados en los trabajos de campo, junto con la información cartográfica que sirvió de apoyo para llevar a cabo la estimación de las existencias reales de madera, se cita a continuación

9.1.1 Materiales

- Estación total
- Prismas
- Cinta diamétrica
- Clinómetro Marca Haglöf
- Libreta de campo
- Regla
- GPS
- Brújula
- Cámara fotográfica
- Machete
- Pintura en aerosol
- Cinta de hule
- Rafia
- Longímetros de 50 m
- Plano con levantamiento topográfico del polígono predial
- Imágenes satelitales del programa Google Earth®
- Carta Topográfica Escala 1:50,000 en formato digital F13 C68 "Sayulita" (INEGI 2002)
- Archivos en formato *shape* de la capa de Carta de Recursos Forestales (Conafor-Inegi 2015).

CASA ALVIRA**9.1.2 Métodos**

El predio sujeto al cambio de uso de suelo se encuentra claramente delimitado mediante una cerca de alambre de púas y postes de concreto.



Figura IX-1. Levantamiento de árboles del proyecto Casa Alvira

9.1.2.1. Censo forestal

Se llevó a cabo el levantamiento de todos los individuos presentes en el terreno cuyo diámetro normal (medido a 1.30 m del suelo) fuera igual o mayor a 12.5 cm (Figura IX-1). Se estableció dicho límite inferior con la finalidad de hacer el levantamiento de individuos adultos y juveniles, los cuales ocupan la mayor parte del área basal y volumen presente en el terreno, excluyendo a la regeneración natural (brinzales y latizales), la cual se analizó en el inventario florístico.

A cada uno de los ejemplares levantados se les tomaron las siguientes variables: diámetro normal (cm) (cinta diamétrica), altura total (m) (clinómetro electrónico marca Haglof), nombre común, estado sanitario y número de tallos, en el caso de que el ejemplar estuviera ramificado desde la base.

La identificación de las especies se hizo utilizando la información proporcionada por los lugareños y también mediante la revisión bibliográfica de la "Guía para el reconocimiento de especies tropicales" (Pennington y Sarukhan 1998); consultando el artículo de Ramírez-Delgadillo y Cupul-Magaña, "Contribución al conocimiento de la flora de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco (México) (1999)"; y también el estudio sobre la palma *Orbignya* de Tejero Díez¹ y el reporte de Gómez Flores (2011)² antes mencionado.

Cuando el ejemplar no pudo ser identificado mediante el procedimiento arriba citado, se tomaron fotografías las cuales fueron procesadas y llevadas al Herbario Nacional de México (MEXU) para que con ayuda de especialistas se lograra obtener el género y la especie.

9.1.2.2. Procesamiento de la información

La información levantada en campo se procesó con la finalidad de crear una base de datos con las variables dasométricas del inventario forestal. Se transcribió la información en el programa Excel® para después realizar la estimación las variables densidad (no. de árboles ha⁻¹), área basal (m² ha⁻¹) y volumen (m³ r. t. a.) por especie.

La base de datos de los individuos levantados y variables dasométricas calculadas se muestra en el ANEXO INVENTARIO FORESTAL, en archivo Excel.

El volumen de las especies se calculó usando LAS ECUACIONES PARA LA ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE MADERA EN ROLLO TOTAL ÁRBOL CON CORTEZA POR ESPECIE Y POR ENTIDAD FEDERATIVA disponible en el portal del Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal (SNIGF) (snigf.cnf.gob.mx)³ Debido a que el estado de Nayarit no aparece en la base de datos, las ecuaciones que se usaron fueron de especies forestales localizadas en la misma ecorregión donde se localiza el predio bajo estudio: **15, selvas cálido húmedas**, y en la latitud más aproximada a éste.

¹ Tejero-Díez, J. D., J. C. Ledesma-Corral y A. N. Torres-Díaz, 2008. El palmar de *Orbignya guacuyule* al sur de Nayarit, México. Polibotánica 26: 67-100.

² Gómez-Flores C. 2011. Caracterización fisonómico florística de la vegetación del ejido Sayulita, Nayarit. Tesis de Licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit. 86 pp.

³<https://snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Resultados%20Hist%C3%B3ricos%20INFyS/2009%20-%202014/Informacion%20adicional/Ecuaciones%20volumen%20vrtacc.xlsx> (Portal visitado el 24 de septiembre de 2020).

CASA ALVIRA

Las fórmulas usadas para la estimación de las existencias reales de las especies forestales identificadas dentro del predio se muestran en la Tabla IX-1.

No obstante lo anterior, el inventario de especies forestales arrojó especies que no estaban catalogadas en la base de datos del SNIGF, lo que hizo necesario la utilización de un Coeficiente de Forma o Mórfo, parámetro que resulta complicado definir un valor, ya que está en función de la morfología de cada especie; esto es, la forma y altura del fuste limpio (altura que va de la base hasta donde inician las primeras ramas).

La utilización de Coeficientes Mórfo resulta particularmente útil para el caso de las zonas en las que no se cuenta con tablas de volumen para las especies de interés (Romahn, *et al.* 1987); cuando estos coeficientes tampoco se han estimado para cada una de las especies, y dependiendo de la forma de sus fustes, se pueden usar coeficientes diferenciales para cada una de ellas, pero nunca podrán ser iguales o mayores de 1.0.

Cuando por el número de especies o porque no conocemos la forma de sus fustes, para efectos de corregir errores por defecto (subestimar), o por exceso (sobreestimar), se usa el Coeficiente de Forma o coeficiente mórfo.

Es decir, el diámetro a la altura de pecho y la altura del fuste limpio permiten el cálculo de un cilindro. Hay que considerar que el diámetro del fuste disminuye conforme al aumento de la altura de éste. Esto significa que el volumen del fuste siempre es menor al volumen cilíndrico. El factor que refleja esta diferencia es el coeficiente mórfo, mismo que oscila entre 0.5 y 0.7 para árboles cortables.

Así pues, como se menciona líneas arriba, no se cuenta con fórmulas que aseguren la correcta cubicación de la gran variedad de especies que se desarrollan en las selvas del estado de Nayarit; por lo que, el uso del Coeficiente Mórfo de 0.5 al 0.7 permite obtener promedios estadísticamente aceptables en el análisis de inventarios. De este modo, en el presente estudio, la fórmula utilizada es la del Cilindro ($\pi \times r^2 \times \text{altura total}$), multiplicada por el Coeficiente Mórfo de 0.6, para la estimación del volumen en rollo total árbol:

$$\text{Volumen (r. t. a.)} = (0.7854 * DN^2 * HT) * 0.6 \text{ (Romahn et al. 1987)}$$

Dónde: 0.7854 = Factor resultante de la división de $\pi/4$

DN = Diámetro normal

HT = Altura total

0.6 = Coeficiente mórfo

Esta fórmula se utilizó para la estimación de las existencias reales de las especies forestales indicadas en la Tabla IX-1 con la ecuación " $((\pi/4) * \text{Diámetro normal}^2) * \text{Altura total} * \text{Coeficiente mórfo (0.6)}$ ".

Tabla IX-1. Fórmulas utilizadas para el cálculo del volumen por especie en el predio Casa Alvira

Especie	Ecuación	Clave	Fuente
<i>Acacia macracantha</i>	$\text{EXP}(-9.7891527 + 1.88887745 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.04457398 * \text{LN}(\text{alt}))^*$	TXVI_Ver	1erINF61-85
<i>Ateleia standleyana</i>	$\text{EXP}(-10.01137401 + 1.97688779 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.02860759 * \text{LN}(\text{alt}))^{**}$	T4_Chis	1erINF61-85
<i>Attalea guacuyule</i>	$\text{EXP}(-9.76784179 + 1.87539164 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.05141081 * \text{LN}(\text{alt}))$	TXIII_Tab	1erINF61-85
<i>Bauhinia divaricata</i>	$\text{EXP}(-9.5643815 + 1.82330416 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.01741981 * \text{LN}(\text{alt}))$	TX_Cam	1erINF61-85
<i>Bourreria superba</i>	$\text{EXP}(-9.41737421 + 1.76385327 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.04067089 * \text{LN}(\text{alt}))^{***}$	TXIII_Cam	1erINF61-85
<i>Bursera simaruba</i>	$\text{EXP}(-9.85922486 + 1.93825951 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.01557735 * \text{LN}(\text{alt}))$	TXV_Ver	1erINF61-85
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	$\text{EXP}(-9.60249233 + 1.83229453 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.07410993 * \text{LN}(\text{alt}))$	TVII_Tab	1erINF61-85
<i>Enterolobium</i>	$\text{EXP}(-10.25777326 + 1.98588189 * \text{LN}(\text{diam}) + 1.1159178 * \text{LN}(\text{alt}))$	TIV_Ver	1erINF61-85

CASA ALVIRA

<i>cyclocarpum</i>			
<i>Ficus cotinifolia</i>	EXP(-9.66777918+1.8605487*LN(diam)+1.02318950*LN(alt))	T0z1_SLP	1erINF61-85
<i>Gliricidia sepium</i>	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))	TX_Cam	1erINF61-85
<i>Guazuma ulmifolia</i>	EXP(-9.76784179+1.87539164*LN(diam)+1.05141081*LN(alt))	TXIII_Tab	1erINF61-85
<i>Hura polyandra</i>	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	TXIII_Cam	1erINF61-85
<i>Jatropha ortegae</i>	$((\pi/4)*\text{Diámetro normal}^2)) * \text{Altura total} * \text{Coeficiente mórfoico (0.6)}$	---	Rohman et al. 1987
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))	TXIII_Cam	1erINF61-85
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	EXP(-9.52774573+1.76329569*LN(diam)+1.08168791*LN(alt))	TXI_Cam	1erINF61-85
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	EXP(-9.87689+1.9349903*LN(diam)+1.03862975*LN(alt))	T13_Chis	1erINF61-85
<i>Sapium macrocarpum</i>	EXP(-9.98262558+1.94239763*LN(diam)+1.02228707*LN(alt))	TXIV_Oax	1erINF61-85
<i>Spondias purpurea</i>	EXP(-10.1261214+1.97537735*LN(diam)+1.05085957*LN(alt))	T8_Chis	1erINF61-85
<i>Tabebuia rosea</i>	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	TXIII_Cam	1erINF61-85

* Se utilizó la fórmula de *Acacia farnesiana*.

** Se utilizó la fórmula de *Ateleia pterocarpa*.

*** Se utilizó la fórmula de *Bourreria pulchra*

9.2 Resultados del censo forestal

Las existencias reales totales por especie se obtuvieron sumando el volumen de todos los árboles medidos dentro del polígono del terreno (10,396.08 m²).

9.2.1 Existencias reales en el predio Casa Alvira

Los valores acumulados calculados (existencias reales) a escala predial fueron: 242 individuos, 8.1775 m² y 21.7118 m³ r. t. a. para la densidad, área basal y volumen, respectivamente (Tabla IX-2, Figura IX-2)

Las variables dasométricas calculadas por hectárea para la densidad, área basal y volumen fueron: 233, 7.8659 m² y 20.8846 m³ r. t. a., respectivamente (Tabla IX-2, Figura IX-3).

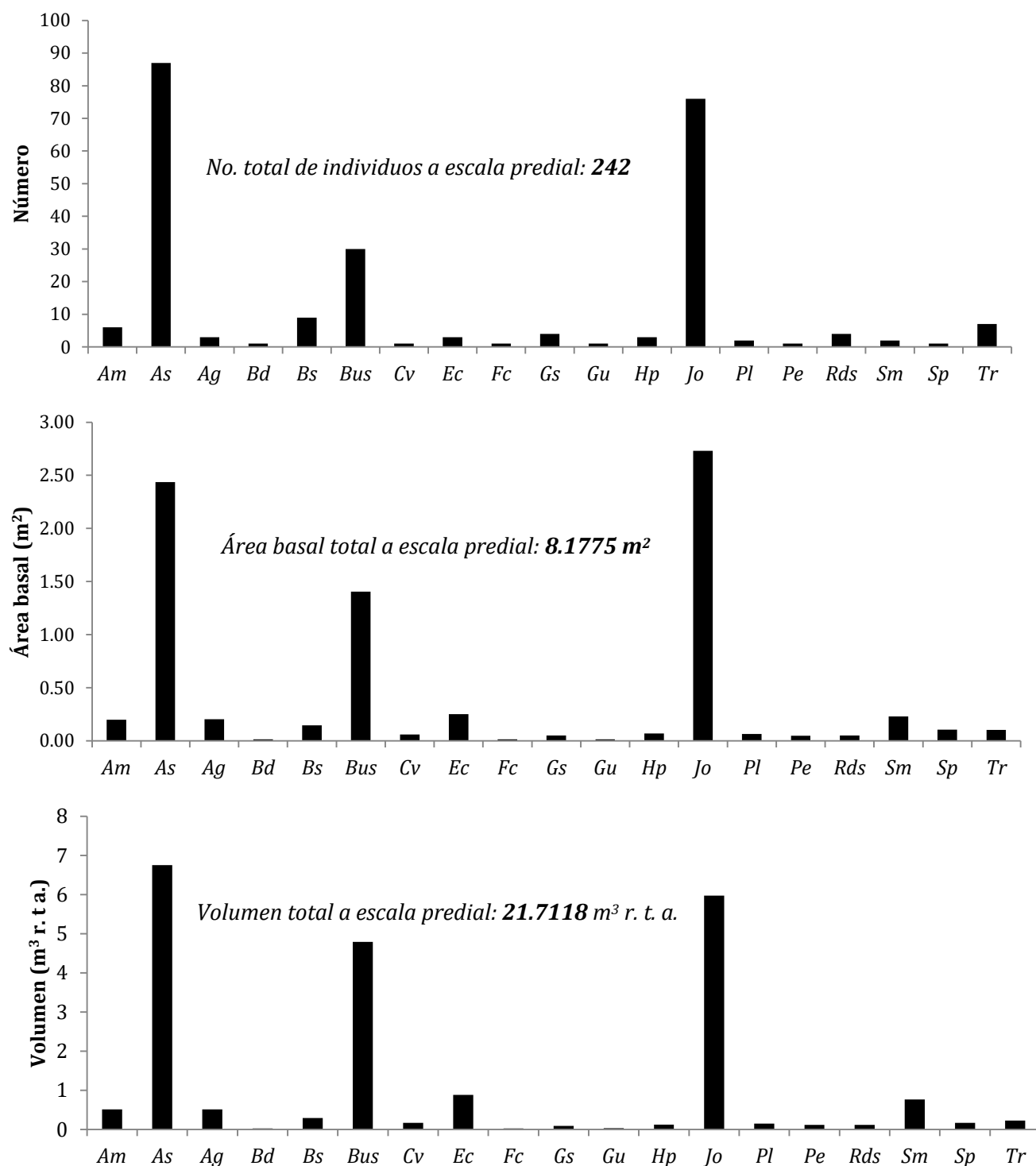
Tabla IX-2. Existencias reales por especie (totales y por hectárea) en el predio Casa Alvira

Nombre común	Nombre científico	Familia	Existencias reales					
			Número		Área basal (m)		Volumen (m ³ rta)	
			Predio	Ha	Predio	Ha	Predio	Ha
Concha	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae	6	6	0.1966	0.1892	0.5101	0.4906
Ateleia	<i>Ateleia standleyana</i>	Fabaceae	87	84	2.4372	2.3443	6.7539	6.4966
Coquito de aceite	<i>Attalea guacuyule</i>	Arecaceae	3	3	0.2030	0.1952	0.5137	0.4941
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	Fabaceae	1	1	0.0143	0.0138	0.0247	0.0238
Bourreria	<i>Bourreria superba</i>	Boraginaceae	9	9	0.1445	0.1390	0.2889	0.2779
Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	30	29	1.4037	1.3502	4.7934	4.6107
Flor amarilla	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae	1	1	0.0594	0.0571	0.1651	0.1588
Huanacastle	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	3	3	0.2505	0.2409	0.8821	0.8485
Higuera	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae	1	1	0.0123	0.0118	0.0251	0.0241
Cacahuananche	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	4	4	0.0491	0.0472	0.0895	0.0861
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	1	1	0.0123	0.0118	0.0281	0.0270
Habillo	<i>Hura polyandra</i>	Euphorbiaceae	3	3	0.0683	0.0657	0.1221	0.1175
Papelillo amarillo	<i>Jatropha ortegae</i>	Euphorbiaceae	76	73	2.7304	2.6264	5.9751	5.7475

CASA ALVIRA

Guamuchillo	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Fabaceae	2	2	0.0641	0.0617	0.1491	0.1434
Clavellina	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	1	1	0.0471	0.0453	0.1169	0.1124
Primavera	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	Bignoniaceae	4	4	0.0491	0.0472	0.1149	0.1106
Mataiza	<i>Sapium macrocarpum</i>	Euphorbiaceae	2	2	0.2292	0.2205	0.7656	0.7364
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	1	1	0.1043	0.1003	0.1703	0.1638
Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	7	7	0.1021	0.0982	0.2234	0.2148
			242	233	8.1775	7.8659	21.7118	20.8846

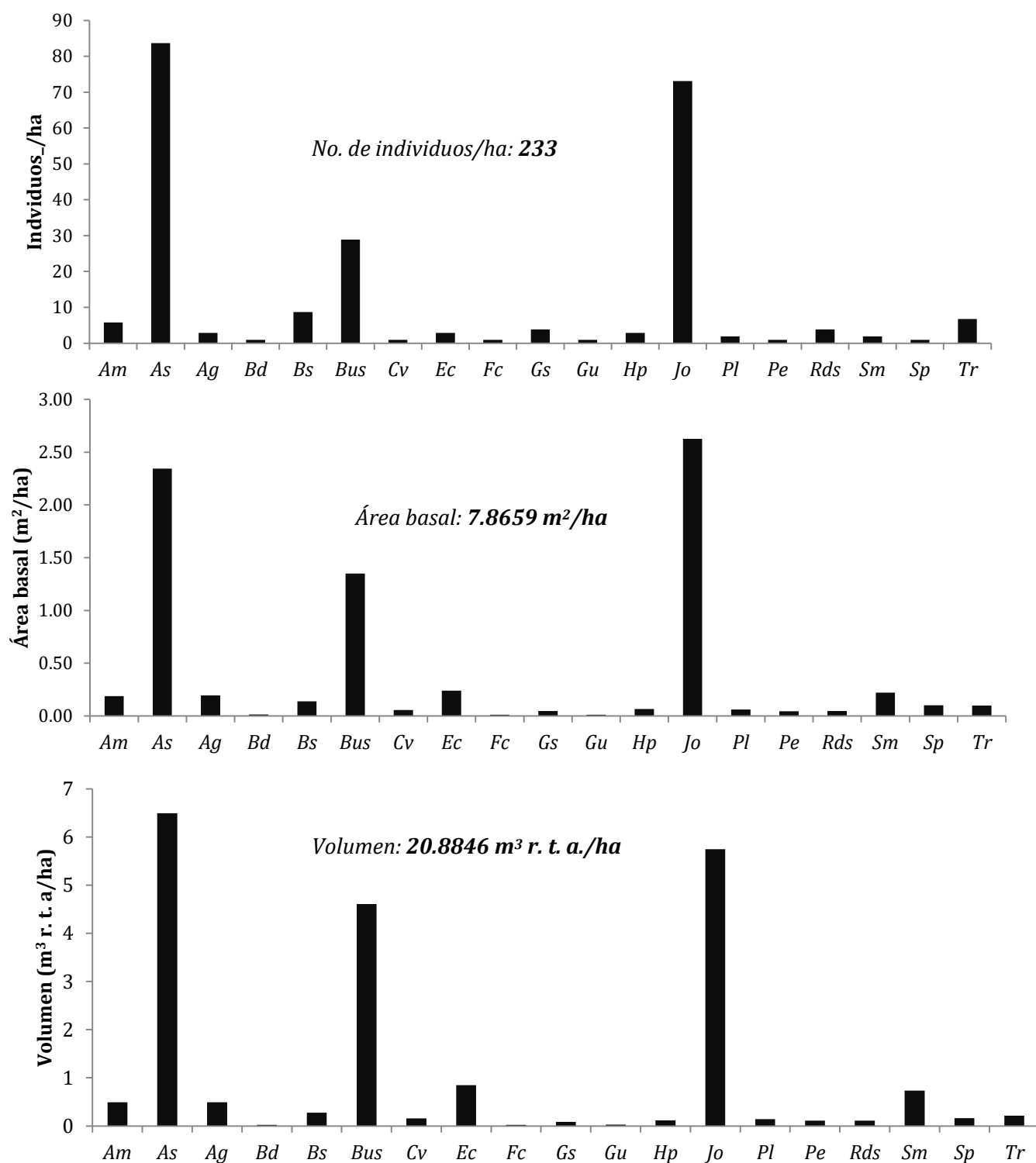
CASA ALVIRA



Am, *Acacia macracantha*; As, *Ateleia standleyana*; Ag, *Attalea guacuyule*; Bd, *Bauhinia divaricata*; Bs, *Bourreria superba*; Bus, *Bursera simaruba*; Cv, *Cochlospermum vitifolium*; Ec, *Enterolobium cyclocarpum*; Fc, *Ficus cotinifolia*; Gs, *Gliricidia sepium*; Gu, *Guazuma ulmifolia*; Hp, *Hura poliandra*; Jo, *Jatropha ortegae*; Pl, *Pithecellobium lanceolatum*; Pe, *Pseudobombax ellipticum*; Rds, *Roseodendron donnell-smithii*; Sm, *Sapium macrocarpum*; Sp, *Spondias purpurea*; Tr, *Tabebuia rosea*.

Figura IX-2. Variables dasométricas totales por especie forestal para el predio Casa Alvira

CASA ALVIRA



Am, *Acacia macracantha*; As, *Ateleia standleyana*; Ag, *Attalea guacuyule*; Bd, *Bauhinia divaricata*; Bs, *Bourreria superba*; Bus, *Bursera simaruba*; Cv, *Cochlospermum vitifolium*; Ec, *Enterolobium cyclocarpum*; Fc, *Ficus cotinifolia*; Gs, *Gliricidia sepium*; Gu, *Guazuma ulmifolia*; Hp, *Hura poliandra*; Jo, *Jatropha ortegae*; Pl, *Pithecellobium lanceolatum*; Pe, *Pseudobombax ellipticum*; Rds, *Roseodendron donnell-smithii*; Sm, *Sapium macrocarpum*; Sp, *Spondias purpurea*; Tr, *Tabebuia rosea*.

Figura IX-3. Variables dasométricas por hectárea para el predio Casa Alvira

CASA ALVIRA

9.2.2 Volúmenes a remover y volumen residual en el predio Casa Alvira

El cálculo del volumen de materias primas a remover se obtuvo al sobreponer la superficie de aprovechamiento (2,260 m²) con el censo forestal efectuado; de este modo, todos los árboles dentro de dicho perímetro, corresponden a la cifra máxima de individuos que serán derribados para la ejecución del proyecto (Tabla IX-3 y Figura IX-4), con excepción del único ejemplar de *Pseudobombax ellipticum* inventariado, el cual, a pesar de ubicarse dentro de la superficie de intervención temporal, por sus dimensiones y atributos ornamentales se mantendrá en pie para integrarlo al proyecto.

Así pues, de las existencias reales calculadas en total serán eliminados como cifra máxima 92 individuos (38% del total), que representan un área basal de 3.2775 m² (40% del total) y un volumen de 8.3872 m³ r. t. a. (39% del total calculado). De las 19 especies presente en el terreno, solamente se aprovecharán seis (en orden descendente): *Jatropha ortegae*, *Ateleia standleyana*, *Bursera simaruba*, *Bourreria superba*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Acacia macracantha* (Tabla IX-3).

Tabla IX-3. Existencias reales, volumen a remover y volumen residual por especie en Casa Alvira

Nombre científico	Variables dasométricas								
	Existencias reales			Árboles a remover			Árboles residuales		
	No	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ rta)	No	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ rta)	No	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ rta)
<i>Acacia macracantha</i>	6	0.1966	0.5101	1	0.0299	0.0823	5	0.1668	0.4278
<i>Ateleia standleyana</i>	87	2.4372	6.7539	44	1.1243	3.1531	43	1.3128	3.6008
<i>Attalea guacuyule</i>	3	0.2030	0.5137	0	0.0000	0.0000	3	0.2030	0.5137
<i>Bauhinia divaricata</i>	1	0.0143	0.0247	0	0.0000	0.0000	1	0.0143	0.0247
<i>Bourreria superba</i>	9	0.1445	0.2889	5	0.0822	0.1739	4	0.0623	0.1150
<i>Bursera simaruba</i>	30	1.4037	4.7934	3	0.2020	0.7597	27	1.2017	4.0337
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.0594	0.1651	0	0.0000	0.0000	1	0.0594	0.1651
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	0.2505	0.8821	0	0.0000	0.0000	3	0.2505	0.8821
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.0123	0.0251	0	0.0000	0.0000	1	0.0123	0.0251
<i>Gliricidia sepium</i>	4	0.0491	0.0895	0	0.0000	0.0000	4	0.0491	0.0895
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.0123	0.0281	0	0.0000	0.0000	1	0.0123	0.0281
<i>Hura polyandra</i>	3	0.0683	0.1221	0	0.0000	0.0000	3	0.0683	0.1221
<i>Jatropha ortegae</i>	76	2.7304	5.9751	37	1.7751	4.0691	39	0.9554	1.9061
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	0.0641	0.1491	2	0.0641	0.1491	0	0.0000	0.0000
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.0471	0.1169	0	0.0000	0.0000	1	0.0471	0.1169
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	4	0.0491	0.1149	0	0.0000	0.0000	4	0.0491	0.1149
<i>Sapium macrocarpum</i>	2	0.2292	0.7656	0	0.0000	0.0000	2	0.2292	0.7656
<i>Spondias purpurea</i>	1	0.1043	0.1703	0	0.0000	0.0000	1	0.1043	0.1703
<i>Tabebuia rosea</i>	7	0.1021	0.2234	0	0.0000	0.0000	7	0.1021	0.2234
	242	8.1775	21.7118	92	3.2775	8.3872	150	4.8999	13.3246

Después de la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo, los árboles residuales sumarán 150 individuos, que en conjunto representan un área basal de 4.8999 m² y un volumen de 13.3246 m³ r. t. a. (Tabla IX-3 y Figura IX-4).

De las seis especies que se propone remover, cinco de ellas mantendrán árboles residuales en la zona de reserva del predio; en el caso de *Pithecellobium lanceolatum*, aunque se proyecta remover los dos ejemplares identificados en el censo forestal predial, el árbol está bien representado en la microcuenca.

CASA ALVIRA

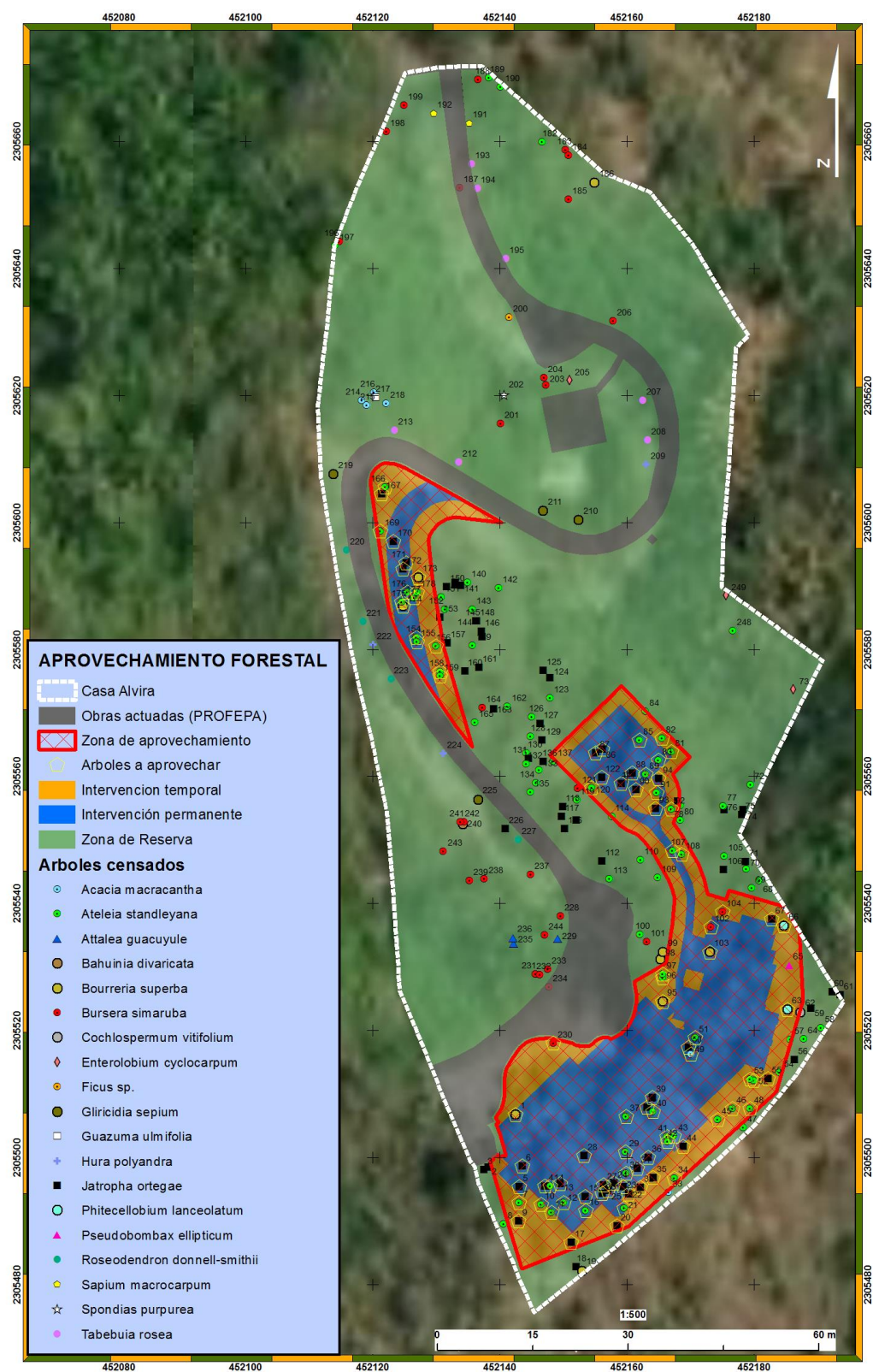


Figura IX-4. Zona de aprovechamiento (achurado rojo) e individuos que serán aprovechados (pentágono amarillo)

Capítulo X

Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo

Contenido

CAPITULO X. PLAZO PROPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	198
10.1 Plazo propuesto	198
10.2 Programa general de trabajo.....	198
10.3 Descripción de las acciones para la ejecución del CUS	198
10.3.1 Desmonte	198
10.3.2 Destino y manejo de los productos originados por el desmonte.....	200
10.3.3 Despalme.....	200

CAPITULO X. PLAZO PROPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

10.1 Plazo propuesto

Con relación al plazo para la ejecución del cambio de uso de suelo y cumplimiento de términos y condiciones, se prevé que éstos se efectúen en un periodo de **10 (diez) años** (Tabla X-1).

10.2 Programa general de trabajo

Las acciones para la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales se llevarán a cabo conforme al siguiente programa.

Tabla X-1. Programa general de trabajo

ETAPA	MESES									
	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO										
Aviso de inicio de actividades de ejecución de CUSTF										
Implementación de Programas de rescate y reubicación de flora y fauna										
Desmonte										
Trazo y delimitación del área de afectación										
Desbroce, marcaeo, derribo y dimensionado										
Retiro de los productos del desmonte										
Despalme										
Aviso de termino de actividades de ejecución de CUSTF										
CUMPLIMIENTO DE TÉRMINOS Y CONDICIONES Y FINIQUITO										
Aplicación de obras de mitigación (suelo y agua)										
Reforestación (época de lluvias)										
Finiquito										

10.3 Descripción de las acciones para la ejecución del CUS

10.3.1 Desmonte

Se refiere al retiro de los árboles y vegetación que no será integrada con la obra proyectada.

Antes del retiro de árboles se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (anexos digitales del presente estudio). El inicio de la ejecución de ambos programas se hará a la par de las primeras etapas de intervención.

Las diferentes etapas del desmonte se mencionan a continuación:

CASA ALVIRA

- Trazo y delimitación de área de afectación. El área donde se realizará la remoción de la vegetación estará definida por los dos polígonos que integran la huella de construcción del proyecto: 1) casa-habitación y 2) sección del camino de ingreso, más un área de afectación temporal en derredor de las huellas arriba referidas originada por el “pateo” en las áreas de corte y relleno, y por los espacios para las maniobras de la maquinaria y de los trabajadores manuales. Se marcarán las envolventes de dichos polígonos con ayuda de una estación topográfica y se utilizará la señalética adecuada para su identificación en campo, de tal modo que las actividades de cambio de uso de suelo se restrinjan a estos espacios.

Como se ve, la planeación y ejecución del trazo y delimitación del área de afectación mediante brigadas de levantamiento topográfico será la primera intervención a las zonas de aprovechamiento. A la par de tales trabajos se llevarán a cabo las actividades establecidas en los Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (Ver Anexos). Solo después de concluir con lo programado en ambos programas se procederá con el retiro de la vegetación.

- Desbroce. La vegetación menor, compuesta por hierbas y arbustos, se eliminará mediante actividades de limpia y desbroce, de manera manual.
- Marqueo. Una vez delimitada y desbrozada la zona de aprovechamiento se marcarán los ejemplares que serán eliminados. Para esta labor se analizará una a una, cada huella de los elementos arquitectónicos, con la finalidad de, ser posible, hacer los ajustes pertinentes en los trazos en aras de integrar (dejar en pie) el mayor número de elementos arbóreos. Con relación a las superficies de afectación temporal (áreas de “pateo” en zonas de corte y relleno, y para la maniobra de trabajadores y maquinaria) se procederá del mismo modo: se buscará afectar la menor cantidad posible de terreno y mantener en pie el mayor número de individuos, especialmente si es de grandes dimensiones. Después de esta valoración específica y puntual, cada ejemplar que será retirado se marcará con pintura vinílica en un lugar visible para su fácil identificación y se le tomarán sus datos de especie, diámetro normal (cm) y altura (m) para calcular el volumen que será removido.
- Derribo. El apeo de árboles se ejecutará usando motosierra mediante la técnica de derribo direccional. La intención es dirigir la caída del árbol hacia el interior de las zonas de intervención, con énfasis en los árboles situados en los límites de éstas, con la finalidad de no dañar la vegetación forestal adyacente y residual.
- Dimensionado. El troceo (seccionado) de los ejemplares se realizará con motosierra en el propio lugar de derribo. El objetivo será obtener piezas de madera con las dimensiones adecuadas para ser utilizadas en las medidas de mitigación: construcción de presas de morillos y colocación de cordones de material vegetativo muerto de forma perpendicular a la pendiente en las áreas del terreno que no serán intervenidas.

10.3.2 Destino y manejo de los productos originados por el desmonte

Debido a que los principales residuos del aprovechamiento consistirán en troncos de pequeñas dimensiones, éstos serán utilizados para las actividades de mitigación propuestas dentro del terreno, por lo tanto, no se requerirá documentación para su transporte.

10.3.3 Despalme

Se refiere a la remoción de la capa vegetal del suelo (tierra de monte). Es muy variable dentro del predio: en algunas áreas no existe dada la presencia de afloramientos graníticos rocosos, y en otras se observa una capa de hojarasca y materia orgánica de hasta 10 cm. Su remoción se hará de manera mecánica, mediante el uso de una retroexcavadora. La capa orgánica del suelo no será retirada del lote, sino que se concentrará en partes específicas del terreno para usarla posteriormente en las actividades locales de reforestación.

Capítulo XI

Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo

Contenido

CAPITULO XI. PROPUESTA DE PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA Y SU ADAPTACIÓN, EN CASO DE AUTORIZARSE EL DTU	201
11.1 Propuesta de programa de rescate y reubicación, y de reforestación, de especies de flora del proyecto Casa Alvira.....	202
11.1.1 Objetivos.....	202
11.1.2 Metas.....	202
11.1.3 Metodología	203
11.1.4 Lugar de acopio y reproducción de especies.....	212
11.1.5 Localización de los sitios de reubicación	214
11.1.6 Mantenimiento.....	214
11.1.7 Programa de actividades	214
11.1.8 Evaluación del rescate y reubicación	215
11.1.9 Informes de avances y resultado.....	216
11.2 Programa de rescate y conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat	216
11.2.1 Objetivos.....	216
11.2.2 Metas.....	216
11.2.3 Metodología	217
11.2.4 Lugar de reubicación de especies	221
11.2.5 Acciones para realizar el mantenimiento del hábitat.....	221
11.2.6 Programa de actividades	221
11.2.7 Evaluación del rescate y reubicación	222
11.2.8 Informe de avances y resultados.....	222

CAPITULO XI. PROPUESTA DE PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA Y SU ADAPTACIÓN, EN CASO DE AUTORIZARSE EL DTU

Los programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna fueron elaborados con las especificaciones referidas en el segundo párrafo del artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente, que a la letra dice *“La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento”*.

En función de lo anterior y considerando los resultados de los estudios de flora y fauna, a escala predial y de microcuenca, así como las particularidades del proyecto, se elaboraron dos documentos donde se desarrollan con profundidad las propuestas para el manejo y conservación de las especies de flora y fauna registradas en el predio y sistema ambiental en el que se encuentra comprendido.

A) Programa de rescate y reubicación, y de reforestación, de especies de flora del proyecto *“Casa Alvira”*

En el que se ha establecido una serie de acciones que permitan mitigar y compensar la pérdida de cobertura vegetal originada por la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo a través de un Programa de Rescate y Reubicación, y de Reforestación, que contiene los lineamientos y procedimientos que se llevarán a cabo para el rescate de la vegetación ubicada sobre la huella del proyecto, la cual será acopiada en un área de crecimiento temporal y reubicada en las áreas ajardinadas (*superficie de intervención temporal*) y en un par de polígonos ubicados en la *zona de reserva* del predio.

B) Programa de rescate y conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat. Proyecto *“Casa Alvira”*.

Tiene la finalidad de reducir y minimizar el impacto de las actividades de cambio de uso del suelo del proyecto *Casa Alvira* sobre las poblaciones de fauna y los ecosistemas presentes. Las acciones que lo integran van desde la identificación de sitios dentro y en las colindancias del área del proyecto con equivalencia de hábitat para la reubicación de fauna silvestre que eventualmente sería rescatada, pasando por la verificación de nidos y madrigueras, rescate de cualquier organismo de hábitos fosoriales y capacitación para el manejo de fauna. De manera complementaria, se proyecta el cumplimiento de metas y elaboración de informes de actividades, como un insumo para evaluar el cumplimiento de las metas del programa.

Los documentos *in extenso* se adjuntan al presente estudio, por lo que en los apartados siguientes solamente se muestran los aspectos fundamentales de su contenido.

CASA ALVIRA

11.1 Propuesta de programa de rescate y reubicación, y de reforestación, de especies de flora del proyecto Casa Alvira

A continuación se describen las acciones proyectadas para llevar a cabo el rescate de individuos de flora que cumplan con las características físicas e importancia biológicas, además de las acciones de mantenimiento requeridas para lograr su adaptación al sitio final de reubicación.

11.1.1 Objetivos

General:

Desarrollar el programa de rescate y reubicación, y de reforestación, de flora para abatir, minimizar y compensar el impacto de la implementación del proyecto *Casa Alvira* sobre las especies y poblaciones vegetales locales de la selva mediana subcaducifolia y mantener su biodiversidad.

11.1.2 Metas

Las metas del presente programa de rescate y reubicación y de reforestación de flora están enfocadas principalmente a la preservación de las especies forestales que serán afectadas por las actividades de desmonte. El número de individuos a rescatar y adquirir (de ser necesario) para su reubicación y trasplante dentro del proyecto *Casa Alvira*, se muestran en la Tabla XI-1, lo cual está en función del número de individuos estimados a remover para la ejecución del proyecto.

Tabla XI-1. Catálogo de especies a rescatar y/o adquirir en vivero para la obtención de germoplasma necesario para llevar a cabo las actividades de reforestación

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	No. árboles a remover	No. árboles a rescatar y/o adquirir
1	Concha	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae	1	2
2	Guamuchillo	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Fabaceae	2	4
3	Bourreria	<i>Bourreria superba</i>	Boraginaceae	5	10
4	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	3	6
5	Ateleia	<i>Ateleia standleyana</i>	Fabaceae	44	88
6	Papelillo blanco	<i>Jatropha ortegae</i>	Euphorbiaceae	37	74
GRAN TOTAL				92	184

Consideraciones:

- Las especies seleccionadas corresponden a aquellas que están presente en la huella del proyecto *Casa Alvira*, y que potencialmente resultarán afectadas por las actividades de cambio de uso de suelo. Se rescatarán antes de las actividades de desmonte y tras ser mantenidas en un área de crecimiento, serán reubicadas en las áreas ajardinadas del proyecto. La idea es alcanzar una tasa de reposición de 2 a 1, es decir que se establecerán 184 ejemplares de los 92 que se proyectan aprovechar. En el caso de que el número de individuos rescatados no sean suficientes para cubrir la meta establecida, entonces los ejemplares serán adquiridos en los viveros particulares de la zona.

- Se espera contar, al final de un periodo de mantenimiento de 36 meses, con una tasa de supervivencia mínima del 85%.

11.1.3 Metodología

En este apartado se presentan los lineamientos para llevar a cabo el rescate y reubicación de los individuos de las especies que serán aprovechadas que se encuentran dentro del área sujeta al desmonte en el proyecto *Casa Alvira*.

11.1.3.1. Criterios para la selección de especies por rescatar y plantar

Los criterios para la selección de especies y número por rescatar y plantar fueron:

1. especies forestales que serán afectadas por el proyecto, propias de la Selva Mediana Subcaducifolia por ser el tipo de vegetación que prevalece en el área de afectación, que sean propias de vegetación primaria
2. el doble del número de individuos que serán afectados por las actividades de desmonte (proporción 2 a 1)

11.1.3.2. Rescate y reubicación de individuos

Rescate de individuos

Por rescate se hace referencia a la remoción de un individuo ubicado en un área que será alterada drásticamente con el propósito de salvaguardarlo hasta integrarlo nuevamente a su hábitat. El rescate de los individuos de las especies ubicados dentro de la zona de aprovechamiento deberá realizarse antes del inicio de las actividades de desmonte. En esta fase del programa es necesario tener lista el área temporal para el acopio, conocer las características y cantidades de individuos a rescatar, y conformar la brigada de rescate que efectúe la remoción y el transporte de estos para su resguardo.

Designación del área temporal de acopio de las plantas rescatadas

Es necesario designar un área dentro del predio que funcione temporalmente como acopio de los ejemplares rescatados y donde se les brinden los cuidados necesarios hasta el momento de ser trasladadas a su lugar de plantación definitivo. El sitio donde se establezca el área de acopio debe cumplir algunos aspectos para salvaguardar a las plantas rescatadas, por ejemplo:

- Ubicarse en una zona con buenas vías de acceso. De esta manera se facilita el transporte del material vegetativo y materiales hacia dentro y fuera del área de acopio, así como el cuidado de las plantas y las actividades de mantenimiento de esta área.
- El sitio debe tener una pendiente entre el 0.5 y 5% para asegurar un buen drenaje superficial y evitar encharcamientos que impacten negativamente en la supervivencia de los organismos.
- Contar con suministro de agua apta para riego. Esto es fundamental para brindar riegos frecuentes a los individuos acopiados.

CASA ALVIRA

- Las condiciones de luz, temperatura y humedad en el sitio deben ser lo más similares a las condiciones donde habita naturalmente las especies.
- Contar con un pequeño almacén para el resguardo de material y un espacio para el procesamiento de material vivo.
- Cercar el terreno para la protección de las plantas y del material de trabajo.
- Realizar maniobras de mantenimiento para asegurar el buen funcionamiento del sitio.

Características de los individuos a rescatar

La estructura de las poblaciones de las diversas especies presentes en el proyecto *Casa Alvira* es irregular: mientras que el estrato superior la distribución de especies es heterogénea, en el medio y rasante la distribución es homogénea. Debido a dicha heterogeneidad, se prevé que en algunas especies sí será factible contar con individuos con características adecuadas para el rescate: i. e. individuos en etapa juvenil, con tallas desde un metro hasta tres de altura, y diámetro de tallos entre 2.5 y 5 centímetros (Figura XI-1), pero en otras especies no. De no ser posible contar con material vegetativo con características adecuadas para el rescate, entonces se procederá a la adquisición de ejemplares en los viveros locales dedicados a la producción de especies nativas tropicales para cumplir con las metas establecidas en el programa.

Así pues, rescatar ejemplares en estadio juvenil es lo más apropiado ya que dicho tamaño facilita su manejo manual (las características del terreno condicionan el uso de medios mecánicos para la extracción y manipulación de plantas de tallas mayores) sin causarles algún daño; además, el resguardo temporal y la plantación resultan más prácticos.



Figura XI-1. Ejemplo de talla apropiada para individuos a ser rescatados

Número de especies a rescatar

El número de individuos a rescatar por especie se desglosan en la Tabla XI-1, estimándose un total de 184 individuos. No obstante, considerando la estructura de las poblaciones, también se ha proyectado la adquisición de material vegetativo en los viveros locales dedicados a la producción de plantas nativas tropicales, para cumplir las metas establecidas en el programa.

Brigada de rescate

Por la magnitud de las operaciones se proyecta la habilitación de una brigada de rescate dirigida por un ingeniero forestal o un especialista afín. Es preferente que este asesor técnico cuente con experiencia en el rubro ya que será el responsable de planificar y ejecutar coordinadamente lo estipulado en este programa. El número de integrantes recomendado para la brigada es de tres.

Ubicación, remoción y traslado de ejemplares al área temporal de acopio

Para la realización de las labores de ubicación, remoción y traslado de los arbolitos es necesario que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección y con los aperos que les permitan desarrollar adecuadamente sus actividades. Estos materiales serán determinados con anticipación por el responsable de la brigada. Además, el asesor responsable deberá dar conocimiento a la empresa del material que se usará en las labores de rescate con anticipación para que este sea suministrado oportunamente, así como indicar a los miembros de la brigada los aspectos a tener en cuenta durante su participación en el rescate.

El trabajo comenzará una vez que la brigada de trabajo topográfico señale en campo el área de intervención. Hecho esto, la brigada y su responsable iniciarán con la identificación y marcado, mediante el uso de una cinta plástica, de los individuos con las características requeridas para ser rescatados. Para ello, deberán recorrer a pie el área de desmonte del proyecto y ubicar los ejemplares de las especies seleccionadas que sean apropiados para las actividades de rescate. Es importante elegir individuos que estén distribuidos a lo largo de toda el área de desmonte con el propósito de incrementar la probabilidad de que los individuos rescatados provengan de diferentes fuentes parentales y por lo tanto que la población rescatada sea tan heterogénea como la original. Quienes lleven a cabo la identificación tendrán que cerciorarse de que los árboles seleccionados estén en buenas condiciones morfológicas y fitopatológicas con la finalidad de incrementar la probabilidad de sobrevivencia. Por ejemplo, un individuo en buen estado presenta hojas turgentes con una coloración uniformemente verde sobre toda la lámina foliar, sin manchas amarillentas ni oscuras, y no debe tener plagas ni daños en alguna de sus estructuras (principalmente en el meristemo apical). Durante el proceso de ubicación de los ejemplares es recomendable señalar los sitios específicos de rescate con cinta (flagging) y registrar las coordenadas geográficas para facilitar su localización posteriormente.

CASA ALVIRA



Figura XI-2. Ejemplo de prácticas relacionadas con la remoción de individuos

El procedimiento de remoción consiste en extraer el arbolito del suelo excavando alrededor de ésta con la ayuda de una pala, procurando que el sistema radical quede rodeado por la mayor cantidad de sustrato posible (Figura XI-2). Al conjunto de raíces y sustrato que queda adherido a ellas se le conoce como cepellón y una de sus funciones principales es proteger el sistema radical y mantener los organismos que favorecen la fertilidad del suelo.

Una vez extraído el espécimen, se colocará en un contenedor de plástico acorde al tamaño del cepellón, el cual se rellenará con sustrato para que quede listo para ser trasladado en una carretilla y/o vehículo al lugar de crecimiento temporal (Figura XI-3). En los individuos juveniles cuyo tamaño del cepellón sea de un tamaño considerable, éste se cubrirá con una tela de material biodegradable, específicamente yute. La tela se amarra al cepellón con un lazo o cuerda de henequén. Inicialmente la cuerda se ata desde la base de la planta, posteriormente se rodea el cepellón con la cuerda hacia la base del mismo y finalmente se rodea en sentido inverso (es decir, de la base del cepellón hacia la base de la planta), con lo que quedan listas para ser trasladadas al sitio de crecimiento temporal.



Figura XI-3. Ejemplo de las prácticas relacionadas con la preparación de los individuos para su traslado al lugar de acopio y mantenimiento

Labores de mantenimiento en la zona temporal de acopio

Los ejemplares en estadio juvenil serán trasladados al área de crecimiento temporal, primero en carretillas para extraerlas del monte, posteriormente en vehículos, donde se acomodarán cuidadosamente para evitar que sufran daños mecánicos. Los cuidados a los que serán sometidas las plantas durante su estancia en el área de acopio serán básicamente: i) riegos frecuentes para evitar stress hídrico; ii) deshierbes, de manera manual para evitar el uso de productos químicos, iii) fertilización, con un producto de aplicación foliar o mediante picomódulos; iv) prevención de plagas y enfermedades. Se realizará un registro del número de los especímenes rescatados que ingresan al área de crecimiento temporal, ya que esta información es útil para diseñar las estrategias de reubicación y para la realización de los informes de actividades (Figura XI-4).

El tiempo que permanecerán los especímenes rescatados en el área de crecimiento temporal estará en función de la liberación los espacios destinados a la reforestación, que es decir, cuando los elementos arquitectónicos ya estén en la etapa de terminación y de acabados, y por tanto, las áreas destinadas a la vegetación de ornato estén listas para ser ajardinadas.



Figura XI-4. Acomodo y mantenimiento de ejemplares en el área de acopio

Trasplante de ejemplares

El trasplante se refiere a la colocación de los individuos rescatados en áreas que posean características lo más similares posible a su hábitat original para poder favorecer su establecimiento, crecimiento y

desarrollo. Esta fase del programa dará inicio cuando los sitios de reforestación del proyecto estén listos para el trasplante. Al igual que en la fase de rescate, es preciso conformar una brigada de trabajo coordinada por un especialista para desplegar las labores de preparación del terreno, traslado y trasplante.

Descripción de las áreas de reubicación

Los ejemplares rescatados (o adquiridos, según sea el caso) serán reubicados dentro de tres áreas específicas, las cuales se muestran en la Figura XI-5, y se describen a continuación.

- Áreas 1 y 2. Son un par de polígonos ubicados fuera de la superficie solicitada para el CUSTF, es decir, no estarán sujetas a proceso de cambio de uso de suelo alguno, pero sí serán reforestadas con la finalidad de mejorar su estructura forestal y su calidad paisajística, toda vez que sustentan vegetación de matorral con baja cobertura vegetal, resultado de procesos de perturbación antrópica y naturales. Ambos polígonos se encuentran dentro de la *zona de reserva*. El Área 1 tiene una superficie de 904.10 m², en tanto que el Área 2 alcanza los 650.00 m²; en total ambas superficies suman un total de 1,554.10 m². Sus vértices se muestran en la Figura XI-5. Así mismo, en la Figura XI-6 se presenta la sobreposición de estas áreas con el censo forestal efectuado y claramente se aprecia que las superficies seleccionadas carecen de árboles, por lo que son aptas para repoblarlas con especies nativas forestales.
- Área 3. Corresponde a la llamada *superficie de intervención temporal*. Se refiere a la superficie que podría ser afectada temporalmente por las maniobras de la maquinaria, instalaciones provisionales y “pateo” en áreas con movimiento de tierras. Corresponde a áreas de intervención forestal potencial que son reversibles mediante actividades de restauración. Representan áreas que podrían ser desmontadas para llevar a cabo la ejecución del proyecto, pero que no serán impermeabilizadas, de tal modo que mediante actividades de repoblación (e incluso de restauración forestal, de ser necesario) pueden ser llevadas a su condición original, por lo que su destino final será el de áreas ajardinadas. Tal como se muestra en la Figura XI-5, se encuentran rodeando los elementos arquitectónicos del proyecto por lo que podrán fungir como áreas de jardín o como vegetación de alineación a lo largo de los pasillos. Así pues, además de fines de restauración, el establecimiento de arbolitos en esta superficie se hará también con fines ornamentales. El área 3 ocupa 945.90 m². Sus vértices se muestran en la Figura XI-5.

CASA ALVIRA



CASA ALVIRA

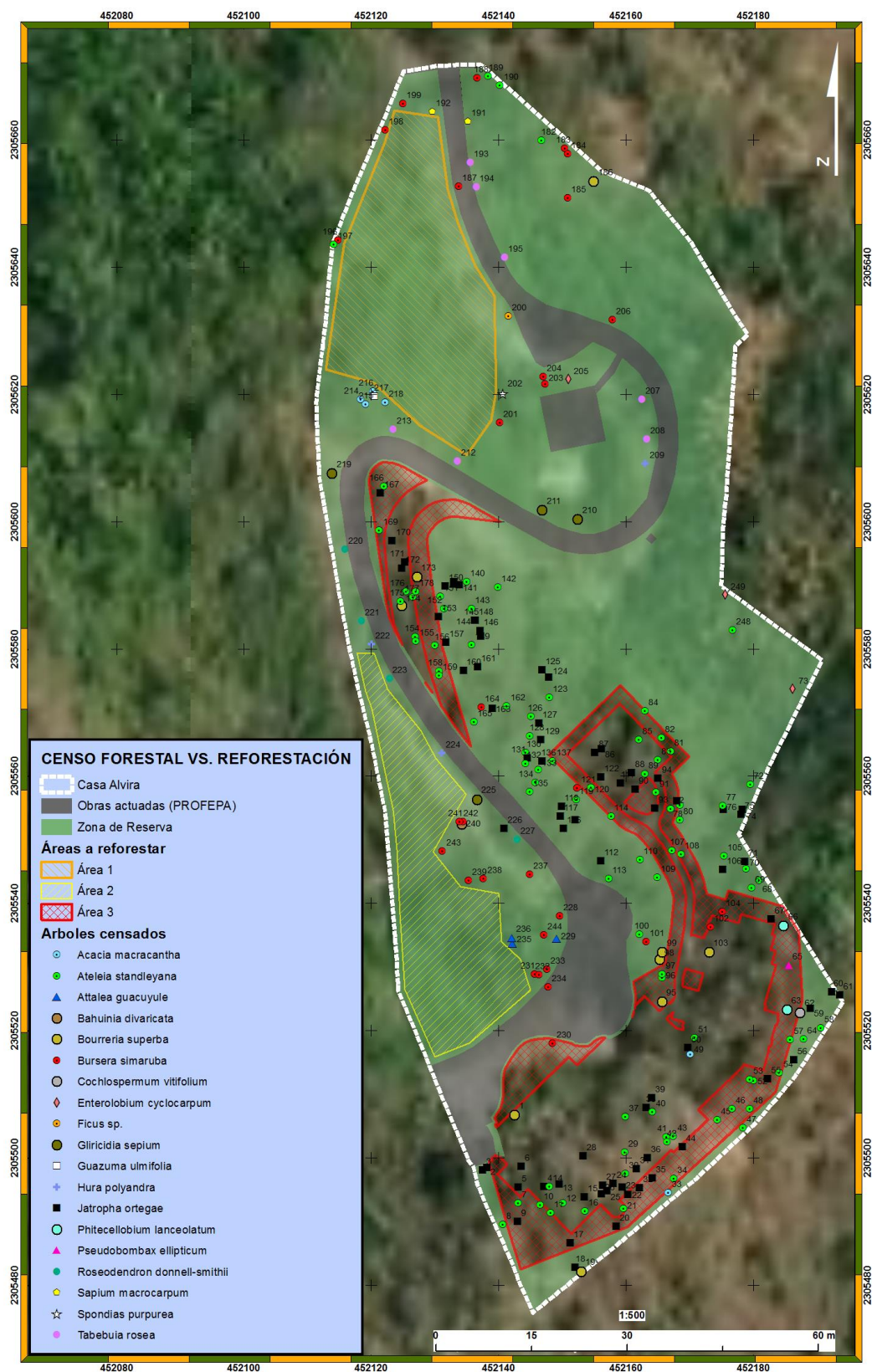


Figura XI-6. Áreas propuestas para la reforestación respecto del censo forestal predial.

Densidad y diseño de plantación

Se entiende por densidad al número de individuos por unidad de espacio. En este caso específico se refiere al número de plantas que serán establecidas por unidad de área. Debido a que los espacios susceptibles para llevar a cabo la reforestación interna son irregulares, la disposición de los ejemplares en el terreno no obedecerá a un arreglo geométrico, sino más bien, se distribuirán en un arreglo orgánico con la intención de que el acomodo de la plantación responda a las características específicas del terreno. En cualquier caso, el objetivo será establecer en las superficies arriba descritas los 184 arbolitos que serán rescatados y/o adquiridos, es decir, 184 individuos en una superficie total de 2500 m², lo que equivale a 736 árboles por hectárea. Dicha densidad es más de tres veces superior a la calculada a escala predial, la cual fue del orden de los 233 individuos por ha.

Preparación del terreno

Antes del establecimiento de una plantación es conveniente implementar una serie de medidas que faciliten este proceso. Para realizar la cepa, sólo en caso de ser necesario, se deberán despejar los sitios específicos seleccionados, a través de una remoción manual de la vegetación, lo cual facilita el acceso y las labores de la brigada. Es fundamental remover sólo la parte de la vegetación que impida y dificulte el establecimiento de la plantación, esto para ocasionar la menor alteración posible del terreno. La remoción de la vegetación puede hacerse con la ayuda de un gancho y machete o cualquier otra herramienta que se considere conveniente. En áreas de fuerte pendiente, la preparación del terreno podrá ir acompañado con la construcción de terrazas individuales para mejorar las condiciones del sitio donde se establecerán las plantas.

Traslado y trasplante

Una vez realizada la preparación del terreno para el establecimiento de la plantación, es necesario trasladar las plantas rescatadas hacia la zona de trasplante. El transporte de los ejemplares debe hacerse con el mayor cuidado posible para no maltratarlas. Dependiendo del tamaño, estas pueden colocarse en cajas de madera o plástico, carretillas y vehículos para transportarlas hasta el punto más cercano posible a los sitios de trasplante. Durante el transporte hay que trasladar una cantidad de plantas que permita acomodarlas adecuadamente sin causarles daño alguno. Adicionalmente, en todo momento hay que proteger las plantas de corrientes de aire y de la exposición prolongada al sol.

En general, el inicio del trasplante depende principalmente de la finalización de las actividades de construcción, toda vez que la habilitación de las áreas ajardinadas es la parte final de los acabados. Toda vez que se cuenta con sistemas riego, la fecha del trasplante podrá hacerse en cualquier época del año, no obstante, realizarlo en la época de lluvias (la cual comprende los meses de julio a octubre; Servicio Meteorológico Nacional 2010) puede favorecer la adaptación de las plantas al sitio. Esto es particularmente relevante en aquellos sitios altamente degradados y sin cobertura arbórea para brindar condiciones de sombra y humedad a las plantas.

Inicialmente, se procederá con la apertura de cepas, cuyo tamaño estará en función del cepellón del organismo a plantar. La apertura de cepas requiere del uso de materiales como palas, barretas, azadones, talachos. Al momento de realizar la cepa, la primera mitad del suelo extraído debe colocarse a un lado de la cepa mientras que la otra mitad (es decir, la más profunda) se coloca al otro lado.

CASA ALVIRA

Después de la apertura de las cepas se asigna una planta por cada cepa abierta. Las plantas deben ser manipuladas en todo momento sujetándolas por la orilla de la bolsa de plástico. Es necesario proceder de esta manera ya que si la planta se sujeta de las hojas se puede dañar el meristemo apical y eventualmente ocasionar su muerte. Para realizar el trasplante primero hay que colocar la porción de suelo más superficial dentro de la cepa ya que es el más fértil y beneficiará el establecimiento de la planta. En sitios donde la calidad del suelo sea muy baja se sugiere adicionar un poco de composta para incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de las plantas. Posteriormente, se remueve cuidadosamente el contenedor de plástico y se coloca el cepellón dentro de la cepa. Después de haber colocado la planta hay que rellenar la cepa con la otra mitad del suelo extraído (el más profundo) y colocarlo de tal manera que quede firme, sin llegar a compactarlo totalmente. Adicionalmente, en torno a la cepa se construye un cajete con una profundidad de 10 a 15 cm de profundidad para que este retenga agua y pueda ser aprovechada por la planta.

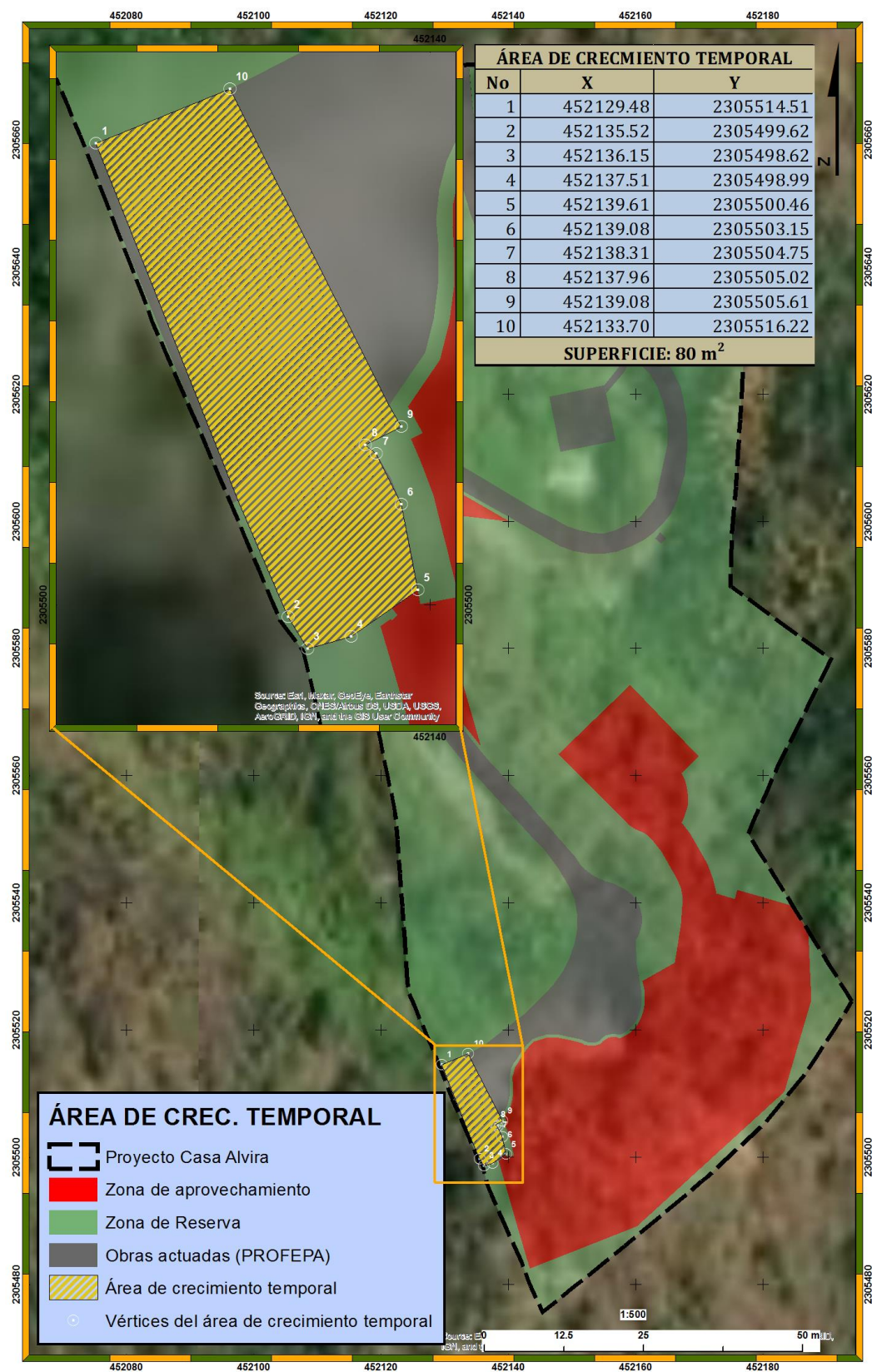
11.1.4 Lugar de acopio

El lugar de acopio o área de crecimiento temporal seleccionado se encuentra en la parte sur del predio, justo en la parte final del camino interno, la cual se compone por una superficie plana de concreto; tiene una superficie de 80 m². Las coordenadas geográficas que delimitan su polígono se muestran en la Tabla XI-2 y Figura XI-7.

Tabla XI-2. Coordenadas geográficas y superficie total del polígono correspondiente al área temporal de acopio de plantas dentro del predio *Casa Alvira*

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	452,129.48	2,305,514.51	6	452,139.08	2,305,503.15
2	452,135.52	2,305,499.62	7	452,138.31	2,305,504.75
3	452,136.15	2,305,498.62	8	452,137.96	2,305,505.02
4	452,137.51	2,305,498.99	9	452,139.08	2,305,505.61
5	452,139.61	2,305,500.46	10	452,133.70	2,305,516.22
Superficie total: 80 m²					

CASA ALVIRA

Figura XI-7. Ubicación del área de crecimiento temporal en *Casa Alvira*

11.1.5 Localización de los sitios de reubicación

Las plantas rescatadas serán establecidas en las superficies señaladas en la Figura XI-5: i) Áreas 1 y 2 dentro de la *zona de reserva* (1,554.10 m²) y ii) Área 3, correspondiente a la llamada *superficie de intervención temporal* (945.90 m²). Las coordenadas de las envolventes correspondientes se muestran en el Anexo Digital.

11.1.6 Mantenimiento

A continuación se enlistan los factores más relevantes a considerar para que los individuos crezcan y se desarrollen sanos y vigorosos:

- **Deshierbe:** Esta actividad está enfocada en la eliminación de las plantas (malezas) que puedan competir directamente con los individuos trasplantados por espacio, luz, agua y nutrientes. El deshierbe se realizará de manera manual.
- **Reposición de individuos muertos:** Cuando existan casos de mortalidad en la plantación es necesario remover los individuos muertos y hacer nuevos trasplantes en los sitios que lo requieran.
- **Aplicación de insumos:** Debido a que el clima que predomina en el área del proyecto es del tipo cálido húmedo, la disponibilidad de agua no debería ser una limitante para la sobrevivencia de las plantas. Cabe mencionar que dentro del diseño del trasplante se considera el uso de composta para aportar nutrientes al suelo. En cuanto a la fertilización de las plantas, sólo es recomendable hacerla cuando la planta realmente lo necesite. Cuando sea el caso, se debe diagnosticar el nutrimento en deficiencia y suministrarlo adecuadamente.
- **Control de plagas:** En caso de observar alguna plaga es necesario identificarla correctamente para poder hacer un tratamiento específico.

11.1.7 Programa de actividades

Las actividades propuestas en este programa están planeadas para un horizonte de 36 meses, iniciando a la par de las actividades de cambio de uso de suelo de la primera fase (polígono casa-habitación).

La fase de reubicación debe comenzar lo más pronto posible, si se tiene la oportunidad de riego, o en su defecto, al inicio de la temporada de lluvias, para que el trasplante sea oportuno y se reduzca el estrés de los individuos reubicados.

Una vez seleccionada el área de reubicación, es posible proceder con la preparación del sitio específico de plantación. Estas actividades pueden coincidir con el comienzo de las actividades de desmonte. Posteriormente, se podrá dar paso a la apertura de cepas, traslado y trasplante de individuos.

Es necesario realizar la supervisión y el monitoreo de las plantaciones constantemente. El primer evento de monitoreo es conveniente realizarlo un mes después del trasplante; los monitoreos posteriores se realizarán cada tres meses. Para ello, se llevará un registro de las actividades realizadas: el número de

CASA ALVIRA

arbolitos rescatados por fecha, los sitios específicos de cada rescate, las coordenadas geográficas del destino y las observaciones del proceso de evaluación de la sobrevivencia y el estado sanitario. Esta información se reportará en los informes de avance de las actividades de cambio de uso del suelo que se presenten a la Autoridad (Tabla XI-3).

Tabla XI-3. Cronograma de actividades del programa de rescate y reubicación de especies forestales. Se muestran las actividades del programa a realizar durante los primeros 12 meses del programa.

Actividad*	Mes											
	1	2*	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Establecimiento del área de crecimiento temporal												
Identificación y marcado de individuos a rescatar												
Extracción de ejemplares y traslado al área de crecimiento temporal												
Mantenimiento en el área de crecimiento temporal**												
Selección del área de reubicación												
Preparación del terreno												
Apertura de cepas												
Traslado y establecimiento												
Mantenimiento												
Supervisión y monitoreo												
Evaluación												

* Indica el mes del inicio de las actividades de desmonte

** El mantenimiento en el área de crecimiento temporal estará en función del término de las actividades de construcción y habilitación y disponibilidad de áreas que serán reforestadas. Se privilegiará el establecimiento de ejemplares al inicio de la temporada de lluvias.

11.1.8 Evaluación del rescate y reubicación

Para la evaluación del éxito del rescate y reubicación de ejemplares será importante contar con información acerca del estado sanitario y la tasa de supervivencia. En primera instancia se evaluará el estado sanitario de las plantas considerando la proporción de individuos sanos en la plantación (esto es, individuos sin plagas o síntomas de enfermedades) a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Proporción de plantas sanas} = \frac{\text{número de plantas sanas}}{\text{número total de plantas vivas}} \times 100$$

La efectividad de la reubicación se determinará con base en la proporción de supervivencia de los árboles rescatados, calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{Proporción de plantas vivas} = \frac{\text{número de plantas vivas}}{\text{número de plantas vivas y muertas}} \times 100$$

Al final de la evaluación ambos indicadores deberán tener un valor mínimo del 85% para considerar que el rescate y la reubicación fueron exitosos. También es recomendable complementar el indicador de la efectividad del rescate con el registro de eventos de crecimiento, floración y fructificación de las plantas trasplantadas.

11.1.9 Informes de avances y resultado

Las actividades realizadas y los resultados obtenidos se irán reportando a la Autoridad en los informes de avance de las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Los informes estarán respaldados gráfica y fotográficamente y se reportará cualquier aspecto que pueda estar influyendo positiva o negativamente en las actividades del programa.

11.2 Programa de rescate y conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat

El Programa de Rescate de Fauna del proyecto *Casa Alvira* (PRFCC) tiene como objetivo ahuyentar y rescatar y reubicar las especies de fauna antes de iniciar las actividades de cambio de uso de suelo, puesto que al mantener la diversidad de faunística, mantenemos también en equilibrio a todos los integrantes del ecosistema.

11.2.1 Objetivos

General:

Evitar y mitigar el impacto de la ejecución del cambio de uso de suelo del proyecto *Casa Alvira* sobre las especies y poblaciones de vertebrados terrestres.

11.2.2 Metas

Las metas programadas se muestran en la Tabla XI-4.

Tabla XI-4. Metas del Programa de Rescate de Fauna

Acciones	Plazo	Unidad de medida	Meta
Ahuyentamiento de especies con elevada capacidad de desplazamiento	Previo y durante las actividades de cambio de uso de suelo (etapa de preparación de sitio)	Eventos de ahuyentamiento	Las que sean necesarias para ahuyentar al 100% de los individuos que se encuentren sobre la huella del proyecto
Rescate y liberación de individuos por especie de lento desplazamiento (colocación de trampas, revisión y manejo de ejemplares)	Previo y durante las actividades de cambio de uso de suelo (etapa de preparación de sitio)	Individuos capturados y liberados	La mayor cantidad de capturas y liberaciones posibles
Señalización para promover la protección de fauna silvestre	En todas las etapas del proyecto	Letreros informativos y restrictivos	En algunos puntos del camino interno.
Indicaciones al personal que realice trabajos directamente sobre la huella del proyecto	En todas las etapas del proyecto	Número de trabajadores capacitados	Una plática

Informe de actividades	Conforme a los informes requeridos por la autoridad	Monitoreos de fauna	Durante la ejecución de las actividades de CUSTF.
------------------------	---	---------------------	---

11.2.3 Metodología

Una primera actividad se relaciona con la familiarización del área de estudio. Para este fin se conformará una pequeña brigada con personal calificado que realizarán recorridos para identificar los puntos específicos donde se realizarán las actividades descritas. Las actividades de desmonte se tienen planificadas por etapas: inicialmente se hará el trazo y delimitación del área de afectación, posteriormente se llevará a cabo el desbroce, marqueo y derribo de los ejemplares que interfieran con el proyecto.

A continuación, se especifican las acciones establecidas para fauna silvestre.

11.2.3.1. Identificadores de corredores de fauna

A pesar de la fragmentación histórica y actual, dentro del lote del proyecto así como en sus alrededores, existen sitios con adecuadas condiciones de cobertura donde conviven elementos nativos mezclados con vegetación propia de sitios perturbados que forman un hábitat especial que proporciona recursos alimentarios y abrigo a las especies de fauna locales. Se pueden encontrar relictos de palmar natural dominados por la palma de coquito de aceite (*Attalea guacuyule*), asociado con otras especies nativas de grandes dimensiones, tales como, papelillo (*Bursera simaruba*), capomo (*Brosimum alicastrum*) e higueras (*Ficus cotinifolia* y *F. insipida*). Dentro del predio, en el estrato superior sobresalen las especies *Ateleia standleyana* y *Jatropha ortegae*. También existen áreas de matorral dominadas ampliamente por el garabato (*Celtis iguanaea*) acompañado de enredaderas. A la orilla del camino interno (obras actuadas por la Profepa) como vegetación de alineación se plantaron diversas especies forestales nativas donde sobresalen: *Tabebuia rosea*, *Bursera simaruba*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Roseodendron donnell-smithii*, *Hura poliandra*, *Gliricida sepium*, entre otras.

Así pues, a escala predial y en sus alrededores, la presencia de vegetación, especialmente los elementos nativos dominantes, juegan un papel fundamental en la manutención de las poblaciones locales de animales silvestres, especialmente reptiles y aves, mamíferos menores en muy poca escala.

11.2.3.2. Ahuyentamiento, rescate y liberación de individuos por especie de lento desplazamiento

El presente programa se ejecutará previo al inicio de las actividades de desmonte y será aplicado en cada una de las etapas en que se dividan las intervenciones al terreno.

Para el rescate de los nidos detectados, se valorará cada caso, con la finalidad de verificar si la huella del proyecto compromete el área de anidación. De resultar afectación, se trasladará el nido a un lugar de alta proximidad a su punto de origen. En caso de no afectar o poder modificar el trazo de la huella, los nidos permanecerán en el sitio de observación. En cuanto al rescate de madrigueras y refugios de fauna, se aplicará la técnica de generación de humo y alteración de hábitat, para trasladar a la mayor cantidad posible de individuos (Tabla XI-5).

CASA ALVIRA

Tabla XI-5. Técnicas en general confiables, prácticas y seguras que se utilizarán en el proyecto

Grupo de interés	Actividad	Descripción
Fauna de alto desplazamiento	Técnicas de ahuyentamiento	Para especies de aves, murciélagos y mamíferos de hábitos cursoriales, se empleará la generación de ruidos, utilizando sirenas a diferentes frecuencias en distintas áreas y horas del día.
Nidos	Manejo <i>in situ</i> o traslado	Se dará prioridad para no mover el nido del sitio y continúe con su desarrollo, de no ser posible, se manipulará el nido, removiendo el sustrato y los huevos con sumo cuidado para ser trasladados al punto más próximo y adecuado fuera de la huella del proyecto.
Madrigueras	Generación de humo	Técnica dirigida principalmente para mamíferos medianos, se introducirá humo en las madrigueras para que los animales abandonen el sitio, se complementará con el manejo de hábitat técnica que se describe en el siguiente renglón.
Fauna de lento desplazamiento	Técnicas específicas de captura y manejo de hábitat	Reptiles: captura manual de lagartijas y con vara herpetológica, uso de ganchos y pinzas para serpientes. Mamíferos pequeños y medianos: colocación de trampas tipo Sherman y Tomahawk. Anfibios: colecta manual y colocación en bolsas con cierre hermético. El manejo de hábitat consiste en el traslado de rocas, troncos y poda vegetal que funcionen como refugio.

11.2.3.3. Desplazamiento de fauna

Las actividades de desmonte se ejecutarán siguiendo un sentido estricto de avance en un solo frente de trabajo, del límite Sur hacia el Sureste y luego al Norte (flechas amarillas de la Figura XI-8). Dicho avance coincide con el sentido del ahuyentamiento y desplazamiento al que se tratará de inducir a la fauna con vaguidad, es decir, se tratará de empujar a los individuos que eventualmente se ubiquen en el área sujeta al cambio de uso de suelo hacia las porciones Este, Norte y Oeste, donde los predios vecinos mantienen sus condiciones naturales de cobertura. Con ello se provocaría un desplazamiento progresivo de la fauna.

De este modo, los ejemplares desplazados se moverán desde las zonas que serán intervenidas hacia los estratos de vegetación aledaños que conforman la zona de reserva y terrenos naturales adyacentes (flechas verdes de la Figura XI-8). Así mismo, puesto que el cercado del predio es de hilos de alambre, se mantendrá la libre circulación de la fauna entre los predios vecinos y el área del proyecto.

CASA ALVIRA

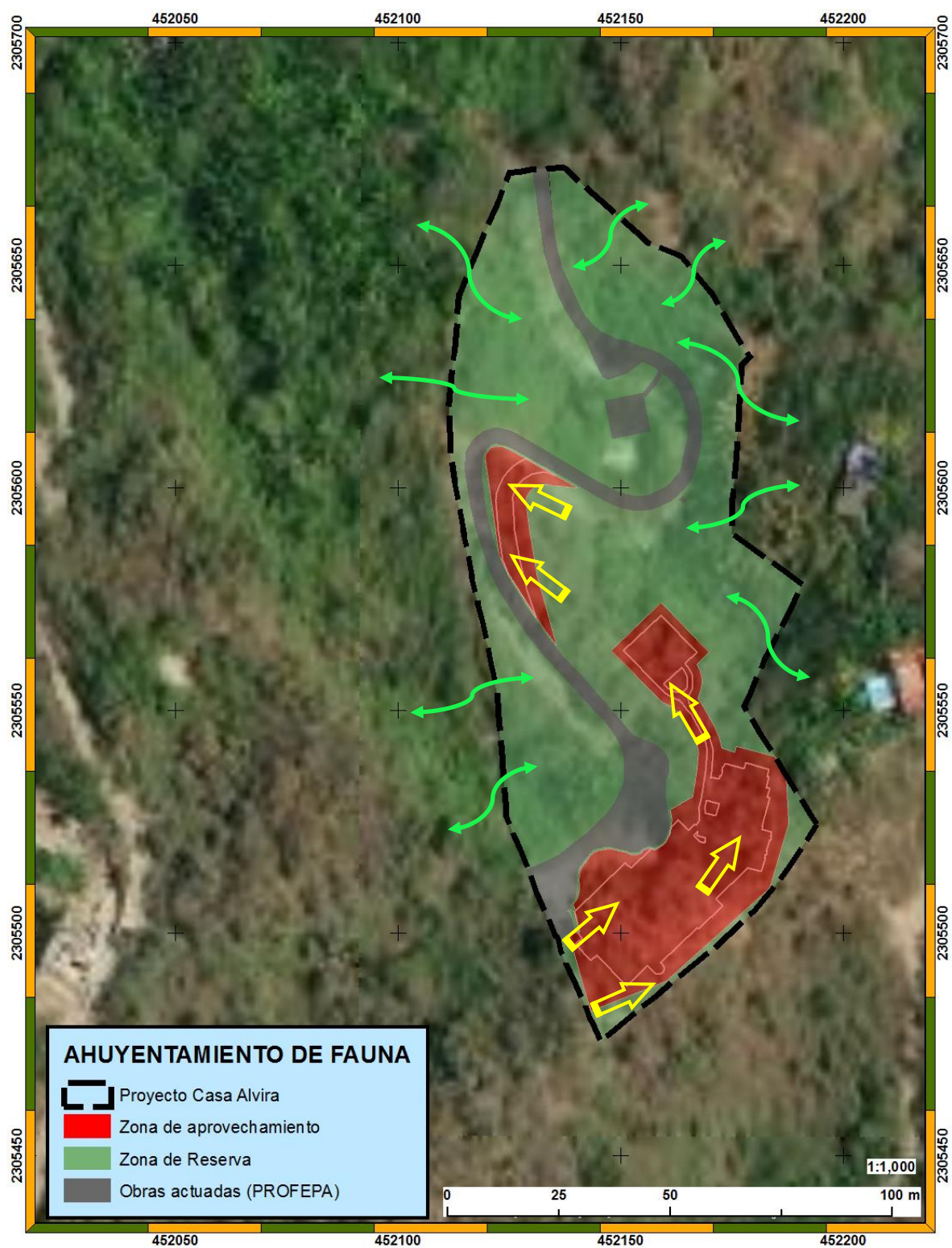


Figura XI-8. Las flechas amarillas señalan el sentido de avance de las labores de desmonte al momento de su ejecución, y a su vez, también la dirección del desplazamiento de la fauna que eventualmente será ahuyentada del área de intervención. Las flechas verdes muestran el desplazamiento de fauna local una vez que el proyecto esté en operación.

11.2.3.4. Registro de especies rescatadas

Será necesario llevar un historial de las especies rescatadas y reubicadas, registrando cada evento, de manera que sea posible crear una base de datos confiable. Para tal efecto, se empleará una bitácora dónde se registrarán los organismos manipulados, agregando la información complementaria como; nombre del brigadista que capture o libere al ejemplar, fecha, hora, sitio de captura, vegetación existente, estado de salud, y zona de liberación. Véase programa anexo.

11.2.3.5. Transporte de fauna capturada

Las técnicas de traslado de especímenes por clase de fauna se presentan en el siguiente apartado.

A. Reptiles y anfibios

A las especies de reptiles se les deberá transportar en costales de manta bien cerrados. Los anfibios deberán ser transportados en las bolsas con cierre herméticos en que fueron colectados, siempre cuidando de que no estén expuestas al sol y se mantenga la humedad dentro de éstas.

El resto de los reptiles, si fueran muy grandes, deberán transportarse en recipientes de plástico sellados, pero con orificios para que el aire pase fácilmente.

B. Mamíferos

Los mamíferos serán trasladados directamente en las trampas donde han sido atrapados. Es importante que las trampas no estén expuestas directamente al sol o a condiciones de luz extrema, calor o frío. Tampoco es recomendable que los mamíferos capturados permanezcan mucho tiempo dentro de las mismas.

Las trampas deberán estar cubiertas con alguna tela oscura para minimizar el estrés en el animal y sólo se destaparán para fines de identificación y liberación. Para el manejo de los ejemplares será indispensable el uso de guantes de carnaza.

11.2.3.6. Liberación de fauna capturada

Antes de ser liberados, habrá que asegurarse que los animales capturados se encuentren sanos y en buenas condiciones. Si alguno de los animales mostrara signos de debilidad o enfermedad, será necesario que sea revisado por un médico veterinario. Se proporcionará agua a los ejemplares antes de la liberación.

A. Liberación de reptiles

Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar, exceptuando las serpientes, las cuales se sugiere que sean manipuladas siempre por un experto. En general, las lagartijas son especies cuyos hábitos son diurnos, por lo que deberán ser liberadas durante el día. En su reubicación sólo se deberá desatar el nudo del costal, colocarlo al nivel del suelo y moverlo un poco para que el animal salga solo.

B. Liberación de mamíferos

Para los mamíferos en general, será necesario que su liberación sea durante el crepúsculo o en la noche, cualquiera que sea la especie en cuestión. Los roedores generalmente requieren de estar en movimiento debido a su elevado metabolismo, por lo que se sugiere que sean liberados de forma rápida y eficaz.

Debido a que las trampas son metálicas, éstas no se deben exponer al sol o al calor porque podrían ocasionar la muerte de los ejemplares. La apertura de las trampas debe realizarse con sumo cuidado y utilizando siempre guantes de carnaza.

11.2.3.7. Recursos humanos

Se propone el siguiente personal para conformar la brigada mínima de operación que supervise y ejecute las tareas propuestas en el Programa de Rescate de Fauna (los participantes serán profesionistas formados en ciencias biológicas y afines):

- 1 coordinador general del programa
- 2 asistentes de brigada

11.2.3.8. Equipamiento

El material y equipo indispensable para la ejecución del presente programa está conformado por cámara fotográfica, binoculares, vernier, flexómetro, guías de identificación, cuerdas, faboterápicos, guantes, redes y trampas, bolsas, guantes, gancho herpetológico, entre otros.

11.2.3.9. Señalización

La instalación de letreros preventivos con relación a la fauna es un apartado importante en las actividades de protección. Para su instrumentación se deberá realizar una inspección de los sitios estratégicos del proyecto *Casa Alvira* donde los letreros de tipo informativo y restrictivo deberán ser colocados. Se recomienda colocar los letreros a lo largo del camino interno.

11.2.4 Lugar de reubicación de especies

Los ejemplares que sean rescatados se liberarán inmediatamente en la zona de reserva del predio o áreas aledañas a éste que posean las características de cobertura vegetal, recursos alimentarios y agua; en nuestro caso, nos referimos principalmente a los terrenos en vecindad en colindancias Este, Norte y Oeste del predio *Casa Alvira* (ver Figura XI-8).

11.2.5 Acciones para realizar el mantenimiento del hábitat

La viabilidad de las poblaciones animales está en función de la calidad y mantenimiento del hábitat donde se desarrollan. Para asegurarlo, existe el compromiso de mantener una superficie de 6,686.08 m² como *zona de reserva*, la cual será sometida a actividades de reforestación con la finalidad de mejorar su estructura forestal, su calidad paisajística y provisión de servicios ambientales (ver Figura XI-8).

11.2.6 Programa de actividades

En la Tabla XI-6 se muestra el calendario de las actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

CASA ALVIRA

Tabla XI-6 . Programación de actividades del PRRFCA

ACTIVIDADES	PREPARACIÓN DE SITIO	
	PREVIO AL DESMONTE	DURANTE EL DESMONTE
PRELIMINARES		
• Constitución de brigada(s) y equipamiento de la brigada		
• Trazo y delimitación del área de intervención.		
RETIRO		
• Recorridos para identificar nidos y madrigueras y ahuyentamiento		
• Reducción del hábitat		
RESCATE Y LIBERACIÓN DE FAUNA		
• Manejo técnico de especies de fauna general; posible captura y reubicación		
CONCIENCIACIÓN		
• Colocación de letreros informativos y restrictivos		
• Capacitación de brigadistas y personal		
VIGILANCIA* Y MANTENIMIENTO DEL HÁBITAT (ZONA DE RESERVA)		
ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES DE AVANCE Y RESULTADOS		

*Las labores de vigilancia para evitar el tráfico o saqueo de la biodiversidad deben realizarse de manera permanente.

11.2.7 Evaluación del rescate y reubicación

Toda vez que los resultados serán medibles y demostrables, a continuación se muestran los indicadores de éxito del programa (Tabla XI-7).

Tabla XI-7. Indicadores de éxito del Programa de Rescate de Fauna

Núm.	Indicador de éxito	Elemento de verificación
1	Número de brigadistas empleados.	Relación de nombres de los brigadistas
2	Número de material y equipo designado a los brigadistas.	Inventario de equipo utilizado
3	Número de señales y letreros colocados.	Letreros y su videncia fotográfica
4	Número de capacitaciones impartidas	Minutas, listas de asistencia y evidencia fotográfica.
5	Número de nidos y madrigueras identificados en el área de intervención.	Bitácora respectiva y evidencia fotográfica.
6	Número de eventos de captura Y traslado	Bitácora, formato de reporte y evidencia fotográfica.
7	Número de metros cuadrados de zona de reserva	Fotografía aérea o imagen satelital.
8	Número de informes presentados ante la SEMARNAT y PROFEPA.	Informes con sello de recepción

11.2.8 Informe de avances y resultados

En los informes de cumplimiento de términos y condiciones del DTU se reportarán actividades enumeradas en la Tabla XI-6 del Apartado 11.2.6. Para documentar las actividades se integrarán como evidencia los elementos de verificación correspondientes a los indicadores de éxito (Apartado 11.2.7, Tabla XI-7).

Capítulo XII

Identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales

Contenido

CAPITULO XII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	223
12.1 Bondades del proyecto con relación al entorno en el que se inscribe	223
12.2 Metodología para identificar y valorar las afectaciones ambientales durante el cambio de uso de suelo	224
12.2.1 Metodología	224
12.2.2 Definiciones de conceptos utilizados en la valoración y discusión de los impactos ambientales	226
12.2.3 Criterios usados para valorizar el grado de impacto ambiental	227
12.2.4 Sistema de valoración del impacto ambiental	227
12.2.5 Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental (filas en la matriz de Interacciones)	228
12.2.6 Factores Ambientales (elementos y procesos) del sistema ambiental que podrían ser afectados por las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo.....	228
12.2.7 Variación de la matriz de Leopold para la identificación de impactos ambientales.....	230
12.2.8 Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold	231
12.2.9 Resultados del Estudio Técnico de Daños Ambientales: daños ambientales identificados	234

CAPITULO XII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Con base en la información de las condiciones del predio y del área sujeta a cambio de uso de suelo, el análisis comparativo de la biodiversidad entre el predio y la microcuenca, el análisis comparativo de las tasas de erosión e infiltración actuales y frente a un eventual cambio de uso de suelo, los resultados del censo forestal, el plazo y forma del cambio de uso de suelo, así como las actividades de rescate y reubicación de individuos de flora y fauna propuestas, se enlistan los impactos ambientales durante las etapas de desarrollo del cambio de uso suelo, así como las medidas de prevención y mitigación propuestas.

12.1 Bondades del proyecto con relación al entorno en el que se inscribe

Antes de efectuar el análisis y evaluación de los impactos ambientales durante las etapas de la ejecución de las actividades de cambio de uso suelo, así como las medidas de prevención y mitigación propuestas, se exponen las bondades del proyecto en relación al entorno en el que se inscribe que atenúan su efecto adverso sobre los componentes y procesos ambientales y socioeconómicos de su entorno.

Bondades y otras consideraciones positivas del proyecto con relación al entorno:

1. Con todo el conjunto de información física, biológica y socioeconómica usada como insumo para la planeación del presente proyecto, se asegura la concreción de un proyecto que busca el balance entre el aprovechamiento y uso del territorio previsto en los planes locales de desarrollo y la protección, cuidado y fortalecimiento de los servicios ambientales que éste provee.
2. Durante su diseño se evaluaron meticulosamente las alternativas de la configuración y distribución de sus elementos, así como de los sistemas constructivos a utilizar, seleccionando aquellos que respetan los espacios del territorio más vulnerables y que permitan preservar los procesos ecológicos y la conectividad del paisaje. El proyecto resultante atiende a los lineamientos urbanísticos aplicables al predio, al mercado inmobiliario actual y sus tendencias, y a los factores y procesos ambientales del terreno y su entorno, de tal forma que se respeta la integridad funcional y la capacidad de carga del ecosistema en el que se inscribe.
3. La única área vulnerable dentro del predio es el escurrimiento ubicado en la mitad norte y su zona de captación. Además de que en la zonificación forestal propuesta dicha área se ubica en la *zona de reserva*, tampoco se realizarán canalizaciones, rellenos o desvíos, toda vez que las obras actuadas por la Profepa ya incluyen obras de manejo y captación de agua pluvial.
4. Una fracción de la *zona de reserva*, debido a sus actuales atributos físicos y biológicos, será sometida a actividades de repoblación para mejorar su estructura forestal, calidad paisajística y provisión de recursos forestales.
5. Las obras presentes en el predio y actuadas por la Profepa incluyen la infraestructura necesaria para manejar las aguas pluviales de forma integral, logrando captar el agua que incide sobre los caminos, taludes y cuenca aguas arriba, conducirla hacia los lugares que permitan su infiltración y su recarga al suelo y desalojarla con los cuidados necesarios para evitar procesos erosivos.

6. Tanto el Área del Proyecto como su Zona de Influencia no se encuentran en un área natural protegida. No obstante, se inscriben en la Región Terrestre Prioritaria número 62 Sierra de Vallejo-Río Ameca. Empero, es pertinente destacar que el proyecto por sí mismo no contribuirá a la problemática reportada esta región: contaminación, uso de recursos, introducción de especies exóticas; desarrollo urbano, agrícola, acuícola y minero inadecuadamente planeados; avance de la frontera agrícola, la deforestación para el desarrollo de la ganadería extensiva, desarrollo minero y tráfico de flora y fauna silvestre.
7. Por último, por todas las bondades del proyecto antes descritas, éste es congruente con la política ambiental, sus lineamientos y estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica Número 65: Sierras de la Costa de Jalisco y Colima del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en la que se inscribe. La política ambiental de esta unidad es la de protección, preservación y aprovechamiento sustentable, es decir, a) mejorar el ambiente y controlar su deterioro, b) mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales, y c) el uso de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos¹, con una prioridad de atención baja puesto que presenta un estado ambiental estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Así mismo, por la naturaleza del proyecto, coadyuvará con la ANP Estatal más próxima, la Sierra de Vallejo, al compartir objetivos tales como proteger la red de escurrimientos que atraviesan su propiedad, realizar actividades de conservación de suelo y recarga del acuífero y realizar actividades de protección y conservación de flora y fauna, teniendo estrictamente prohibido: verter o descargar contaminantes y/o residuos sólidos en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce o vaso, incluyendo las zonas costeras; interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos; y realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas sin previa autorización.

12.2 Metodología para identificar y valorar las afectaciones ambientales durante el cambio de uso de suelo

12.2.1 Metodología

- Variación de la matriz de Leopold

Variación de la Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold consiste en una tabla de doble entrada, que incluye en uno de sus ejes las acciones que causan impacto ambiental y en el otro, las condiciones o factores ambientales que pueden ser

¹ Artículo 3 fracciones III, XXV y XXVII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en los cuales se definen los conceptos de Aprovechamiento sustentable, Preservación y Protección respectivamente.

afectados. Este formato permite recordar las múltiples interacciones que pueden involucrarse entre actividades y factores ambientales. Se conforma de tres pasos básicos:

1. Elaboración de la matriz. La matriz muestra creada por Leopold et al, 1971, enlista en horizontal 100 acciones, y en vertical 88 factores ambientales, dando un total de 8,800 interacciones posibles, de las cuales sólo unas cuantas podrán involucrar impactos de una magnitud e importancia tal que requieran tratamiento comprensivo. Aunque los elementos contenidos en esta matriz representan la mayoría de las acciones básicas y factores ambientales con mayor probabilidad de estar involucrados en el amplio rango de desarrollos que requieren el reporte de sus impactos ambientales, no todos aplican a todos los proyectos; inclusive, puede que no incluya todos los elementos necesarios para realizar un análisis completo de cualquier proyecto propuesto. Por lo tanto, siendo que el código y formato permiten una fácil expansión para incluir elementos adicionales, para cada caso se debe ajustar la matriz a los elementos aplicables al proyecto evaluado. Pruebas preliminares sugieren que un análisis de un proyecto típico usualmente contiene entre 25 y 50 interacciones aplicables (Leopold et al, 1971). **Para el caso que nos compete en el presente estudio se han seleccionado una serie de acciones y factores ambientales acorde al proyecto y a las condiciones ambientales propias del entorno en el que éste se inscribe, mismos que se describen en los apartados 12.2.5 y 12.2.6 y se ha invertido la matriz, colocando en vertical las acciones y en horizontal los factores ambientales.**
2. Valoración de los impactos. La valoración de los impactos ambientales, en la Matriz original de Leopold, se realiza considerando los criterios de *magnitud* e *importancia* del impacto. El proceso consiste en evaluar cada una de las acciones en los términos de magnitud del efecto sobre los factores ambientales del eje vertical, colocando una diagonal en cada casilla que represente una interacción significativa, y en éstas, una vez marcadas todas las casillas que representen posibles impactos, se colocará un número entre el 1 y el 10 en la esquina superior izquierda indicando la *magnitud* del impacto, y en la esquina inferior derecha un número entre el 1 y el 10 indicando la *importancia* relativa del impacto. Sin embargo, de acuerdo a Leopold *et al*, 1971, otros evaluadores podrán establecer sus propios métodos de valoración. **Con esta apertura, se ha hecho una variante de la Matriz de Leopold utilizando los criterios para valorar los impactos ambientales que se describen en el apartado 12.2.3 y un sistema de valoración cualitativo descrito en el apartado 12.2.4. El proceso consiste en evaluar cada una de las acciones y su efecto sobre los factores ambientales considerando los criterios antes referidos y anotando en cada casilla la valoración respectiva del impacto ambiental para cada una de las etapas del cambio de uso de suelo. La matriz resultante se presenta en el apartado 12.2.7.**
3. Proceso de discusión. La matriz es sólo el resumen de la evaluación de impacto, debe seguirle una discusión del razonamiento detrás de la valoración, describiendo las acciones que tengan un efecto significativo con cuidado de no diluirlo con discusiones triviales de impactos no significativos. La discusión requerirá de las principales características, físicas y ecológicas, del ambiente y algunas de las características importantes de las acciones que dominan el impacto ambiental, basado en lo señalado en capítulos anteriores. **Esta discusión se presenta en el apartado 12.2.8.**

12.2.2 Definiciones de conceptos utilizados en la valoración y discusión de los impactos ambientales

Para el proceso de valoración y discusión se consideraron las siguientes definiciones tomadas de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental:

Daño Ambiental: es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

CASA ALVIRA

12.2.3 Criterios usados para valorizar el grado de impacto ambiental

A continuación se señalan los criterios utilizados para evaluar la importancia de los impactos ambientales.

Tabla XII-1. Criterios utilizados para determinar el grado de importancia del impacto ambiental

Criterio	Valores	Concepto
+ / - Signo	Positivo (+) Negativo (-)	Hace referencia a su consideración <u>positiva</u> o <u>negativa</u> respecto al estado previo a la acción; indica si es un impacto benéfico o perjudicial.
⊗ Intensidad	Afectación mínima Afectación severa	Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Partiendo desde una <u>afectación mínima</u> hasta una <u>posible afectación severa y permanente</u> .
⇔ Extensión	Puntual Parcial Generalizado	Área de influencia teórica del daño en relación con el entorno del proyecto, pudiendo ser <u>puntual</u> (efecto localizado), <u>parcial</u> o <u>generalizado</u> .
∇ Momento	Inmediato Corto plazo Mediano plazo Largo plazo	Tiempo que transcurre entre la acción y la aparición del impacto sobre el factor del medio considerado. Puede ser <u>inmediato</u> , <u>corto plazo</u> (menos de un año), <u>mediano plazo</u> (1 a 5 años) o <u>largo plazo</u> (más de 5 años).
→ Persistencia	Fugaz Temporal Permanente	Tiempo que se manifiesta el efecto hasta que se retorna a las condiciones iniciales en forma natural o a través de medidas correctoras, pudiendo ser <u>fugaz</u> , <u>temporal</u> (entre 1 y 10 años) o <u>permanente</u> (más de 10 años).
⇐ Reversibilidad	Posible Difícil Imposible	<u>Posibilidad</u> , <u>dificultad</u> o <u>imposibilidad</u> de que el factor impactado por el proyecto vuelva a su estado original.
Σ Sinergia	Sinérgico No sinérgico	Acción conjunta de dos o más impactos no adversos cuyo resultado es mayor a la suma de ambos. Y que con el transcurrir del tiempo represente un riesgo severo o significativo al ambiente o al ecosistema colindante al proyecto.
≈ Periodicidad	Periódico No periódico	Regularidad de manifestación de la acción nociva que genera el impacto.

12.2.4 Sistema de valoración del impacto ambiental

Calificación de los impactos ambientales según sus características:

Adverso significativo (A). Esta calificación se otorga cuando la obra o actividad a realizar presenta un impacto ambiental perjudicial importante sobre un aspecto del medio natural, el cual podría afectar al equilibrio del ecosistema a largo plazo de forma gradual.

Adverso significativo de el Sistema Ambiental (ΣSA). Esta calificación se otorga cuando la obra o actividad presenta un efecto sinérgico acumulado, considerándose la suma de los impactos adversos no significativos de cada uno de los proyectos en el sistema ambiental, que deterioran el ecosistema terrestre a largo plazo, hasta llegar al desequilibrio ecológico grave.

CASA ALVIRA

Adverso no significativo (a).- Esta calificación se otorga cuando la obra o actividad a realizar presenta una repercusión perjudicial sobre la dinámica del medio natural o alguno de sus elementos bióticos, sin que esto represente un riesgo mediato al equilibrio del ambiente. El impacto adverso poco significativo implica una recuperación natural gradual, gracias a los mecanismos de regulación del propio ecosistema.

Benéfico significativo (B).- Esta calificación se otorga cuando una obra o actividad a realizar tendrá un resultado benéfico sobre cierto aspecto del medio natural o socioeconómico. Y que, inclusive aportará un beneficio positivo adicional a la dinámica ambiental.

Benéfico no significativo (b).- Esta calificación se considera cuando una obra o actividad a realizar tiene un beneficio mínimo o no importante sobre los atributos del medio natural.

Sin impacto (celda vacía).- Esta calificación se otorga cuando la obra o actividad no presenta ningún tipo de repercusión benéfica o perjudicial sobre alguna característica del medio natural.

Riesgo (R). Esta calificación se otorga cuando la obra o actividad por sí misma no afecta al medio natural, pero existe la probabilidad de que se acompañen de ciertos descuidos durante su ejecución que pudieran generar impactos ambientales. Pudiendo ser **Alto (A)** cuando su afectación pueda ser Significativa o **Bajo (b)** cuando su afectación sea mínima.

12.2.5 Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental (filas en la matriz de Interacciones)

A continuación se señalan aquellas acciones del proyecto que causarán impactos ambientales o que podrían causarlos, por modificación del uso del suelo, explotación de recursos naturales, emisión de contaminantes, inducción de impactos secundarios o inducción de riesgos naturales:

Tabla XII-2. Etapas del desarrollo del cambio de uso de suelo que pueden generar afectaciones ambientales

A. Etapas de ejecución del cambio de uso de suelo	
Desmante	A.1. Trazo y delimitación del área de afectación
	A.2. Desbroce, marcaje, derribo y dimensionado
	Retiro de los productos del desmante
Despalme	A.3. Despalme
B. Abandono del sitio	
No procede. Para que el sitio recupere sus atributos naturales perdidos y pueda integrarse al ecosistema al que pertenecía, tendrían que restablecerse las condiciones naturales del área del proyecto y de las áreas circundantes para dejarlo susceptible de una recuperación ecológica.	

12.2.6 Factores Ambientales (elementos y procesos) del sistema ambiental que podrían ser afectados por las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo

Se ha realizado el análisis de los elementos y procesos del sistema ambiental en el que se inscribe el proyecto y enlistado aquellos que pudieran ser afectados por las obras y actividades a realizar, resultando la siguiente tabla:

CASA ALVIRA

Tabla XII-3. Factores ambientales que podrían ser afectados por las obras y actividades

FACTOR AMBIENTAL	ABIÓTICO	Atmósfera	Calidad del aire
		Relieve	Topografía
		Suelo	Estructura y composición
			Erosión
		Hidrología	Escorrentía y absorción
	Calidad del agua y del acuífero		
	BIÓTICO	Flora	Hábitat, diversidad, composición y estructura
		Fauna	Hábitat, diversidad, composición y estructura
		Áreas ecológicamente sensibles	Corredores biológicos, zonas críticas, áreas prioritarias: CONABIO, ANP, RAMSAR
FACTORES SOCIOECONÓMICOS		Desarrollo social	Empleo y unidades económicas
			Factores socioculturales

Nota. Para la elaboración de esta tabla se consideró la tabla de acciones y elementos ambientales de la Matriz de Leopold de Canter (1977), señalada en las páginas 18 y 19 del capítulo 3 de Lohani et al (1997).

CASA ALVIRA

12.2.7 Variación de la matriz de Leopold para la identificación de impactos ambientales

Tabla XII-4. Matriz de Leopold para la identificación de impactos ambientales

MATRIZ DE INTERACCIONES DE LEOPOLD MODIFICADA		FACTORES AMBIENTALES									FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		ABIÓTICO						BIOTICO				
		ATMOSFERA	RELIEVE	SUELO		HIDROLOGÍA		FLORA	FAUNA	AES*	DESARROLLO SOCIAL	
VALORACIÓN DE LOS IA A = Adverso significativo SA = Adverso significativo del Sistema Ambiental a = Adverso NO Significativo B = Benéfico Significativo b = Benéfico NO Significativo RA = Riesgo Alto Rb = Riesgo bajo Celdas en BLANCO = SIN IMPACTO	CARACTERÍSTICAS DE LOS IA +/- Signo ⊗ Intensidad ↔ Extensión ∇ Momento → Persistencia ⇐ Reversibilidad Σ Sinergia ≈ Periodicidad	I.2 Calidad del aire	II.1 Topografía	III.1 Estructura y composición	III.2 Erosión	IV.1 Escorrentía y absorción	IV.2 Calidad del agua y del acuífero	V.1 Hábitat, diversidad, composición y estructura	VI.1 Hábitat, diversidad, composición y estructura	VII.1 Corredores biológicos, áreas prioritarias: CONABIO, ANP, RAMSAR	VIII.1 Empleo y unidades económicas	VIII.2 Factores socioculturales
ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO AMBIENTAL												
A. CAMBIO DE USO DE SUELO												
A.1. Trazo y delimitación del área de intervención								a⇐	a⇐		b	b
A.2. Desbroce, marcaje, derribo y dimensionado		a⇐		a→	Rb	a→	A→	A→	A→		b	b
A.3. Despalme		a⇐	a→	a→	A→	a→	Rb		a⇐		b	b

*AES: Áreas Ecológicamente Sensibles

12.2.8 Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold

La identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales se realizó considerando los siguientes factores:

- I. El componente ambiental a escala predial descrito en el Capítulo VI.
- II. El factor ambiental que será perturbado, modificado o afectado (impacto) según la Tabla XII-3.
- III. Las actividades que generarán dicho impacto según la Tabla XII-2, mismos que resultaron del Capítulo X.

Las características del impacto según los criterios indicados en el Apartado 12.2.3.

DISCUSIÓN

A continuación, se relacionan los impactos ambientales que se prevé que podrían generar las actividades de cambio de uso de suelo distinguiéndolos en dos categorías: *i)* aquellos que se determinaron como no significativos y benéficos y, *ii)* significativos y riesgos identificados, es decir, aquellos que por sus características pudieran poner en riesgo al ecosistema, generar desequilibrios ecológicos y contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes. No obstante, es menester reiterar que el proyecto se ha diseñado buscando la integración de sus elementos al entorno y uso del territorio con fines residenciales previstos en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal, así como la conservación y fortalecimiento de los servicios ambientales que éste provee, bondades descritas en el **Apartado 12.1.** del presente capítulo.

Discusión de los Impactos Ambientales No Significativos y Benéficos

1. **ATMÓSFERA.** Se prevé una afectación negativa, no significativa, puntual y temporal a la calidad del aire durante todo el proceso de derribo de árboles y dimensionado, así como en las actividades de despalme, debido a la emisión de partículas suspendidas, emisiones de hidrocarburos y ruido, resultado de la operación de motosierras y maquinaria pesada para eliminación y acopio de la capa orgánica del suelo. Se ha valorado como no significativa en virtud de que el trabajo se realizará en dos fases, con una intervención máxima de 1,950 m² y 310 m² respectivamente, y una duración de los trabajos de despalme con uso de maquinaria pesada menor a un mes.
2. **RELIEVE.** Topografía. Es un impacto negativo, puntual, permanente y poco significativo, solamente en el caso del despalme por el retiro de la capa vegetal. El resto de las actividades de cambio de uso de suelo no generarán impactos de ninguna índole al relieve del predio.
3. **SUELO.** Estructura y composición. Es un impacto negativo, puntual, permanente y poco significativo. Dentro de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo (2,260.00 m²), dicha afectación se restringirá a la superficie de afectación permanente, la cual asciende a una cifra máxima de 1,314.10 m² de superficies impermeables.

CASA ALVIRA

4. **HIDROLOGÍA.** Se prevé una afectación negativa, no significativa, permanente y puntual a los patrones de escorrentía y absorción debido a la eliminación de la vegetación y de la capa orgánica del suelo, como resultado de la intervención máxima de 2,260.00 m², (*Área de intervención permanente + Área de intervención temporal*) lo que representa el 21.74 % de la superficie total del terreno; no obstante, una vez en operación el proyecto, el "*Área de intervención temporal*" se integraría a la "*zona de reserva*" (6,686.10 m²), con lo que la superficie permeable del proyecto (descontando los 1,450.00 m² de las obras presente y actuadas por la Profepa), arrojaría un total de 7,632.00 m². Esta afectación se verá compensada por el sistema de recolección de agua pluvial y demás obras de manejo de escurrimientos actualmente construido dentro del terreno.
5. **FLORA.** Hábitat, diversidad, composición y estructura. El trazo y delimitación del área de intervención ocasionará una afectación negativa, no significativa y puntual sobre la flora local. Dicha afectación se concentrará exclusivamente en el perímetro del área de intervención y sólo consistirá en la apertura de brechas y la subsecuente eliminación de vegetación menor, para definir en campo el área que será aprovechada.
6. **FAUNA.** Hábitat, diversidad, composición y estructura. El trazo y delimitación del área de intervención ocasionará una afectación negativa, no significativa y puntual sobre la fauna local. Dicha afectación se concentrará exclusivamente en el perímetro del área de intervención debido a la colocación de marcas en el terreno para señalar el área que será aprovechada.
7. **FACTORES SOCIOECONÓMICOS.** Empleo y factores socioculturales. Las obras y actividades del cambio de uso de suelo propuesto representan un beneficio directo al factor empleo.

Discusión de los Impactos Ambientales Significativos y de los Riesgos identificados

La discusión de impactos significativos identificados en las distintas etapas de ejecución de las actividades de desmonte se muestra en la Tabla XII-5.

Tabla XII-5. Discusión de los impactos ambientales significativos y Riesgos identificados para las diferentes etapas del desarrollo del cambio de uso de suelo

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO				
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Características del impacto
SUELO	Erosión	Por las diferentes operaciones del desmonte .	En las áreas desmontadas, debido a las operaciones de troceo y dimensionado, así como por la presencia de áreas desnudas por un largo periodo de tiempo existe el riesgo de elevar las tasas de pérdida de suelo.	En la superficie de aprovechamiento forestal. El riesgo se considera bajo tanto por la superficie a intervenir, como por la programación de actividades que no permitirán dejar el suelo desnudo por largos periodos de tiempo. Riesgo bajo (Rb).

CASA ALVIRA

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO				
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Características del impacto
	Erosión	Por la actividad de despalme , que implica el retiro de la capa orgánica del suelo en una superficie máxima de 2,260 m ² . Además, por el aumento de las tasas de pérdida de suelo. Se estima que ante un eventual retiro de vegetación en el área sujeta a CUSTF pasaría de 14.5780 ton/ha/año a 116.6241 ton/ha/año, lo que representa un aumento de 102.0461 ton/ha/año.	En las zonas de despalme el retiro de la capa orgánica del suelo afectará de manera permanente la fertilidad del suelo. En las áreas desmontadas, el suelo quedará vulnerable a la pérdida de suelo por erosión, en tanto no se continúen con la conformación de terracerías y actividades constructivas.	Significativo (A →) en la <i>zona de intervención permanente</i> , de afectación parcial, inmediata y permanente.
HIDROLOGÍA	Calidad del agua y del acuífero	Por desbroce, marqueo, derribo y dimensionado. Impacto derivado de la eliminación de la cubierta vegetal en una superficie máxima de intervención (<i>zona de aprovechamiento</i>) de 2,260.00 m ²	Alteración de las tasas actuales de infiltración debido a la modificación de la rugosidad de la superficie y su capacidad de retención del agua, reduciendo tiempos de concentración y aumentando caudales en las áreas de drenaje. La estimación de los cambios en el volumen de infiltración ante un eventual retiro de vegetación en el área sujeta a CUSTF pasaría de 148.2176 m ³ /año a 71.5570 m ³ /año, que representa una disminución de 76.6606 m ³ /año.	Significativo (A →) de afectación parcial, inmediata, de manifestación permanente en el 58% de la superficie (<i>superficie de intervención permanente</i>) y temporal (<i>superficie de intervención temporal</i>) en el 42% restante.
	Calidad del agua y del acuífero	Por las actividades de despalme y por acarreo, traslado y disposición del producto resultado de la tala de árboles y retiro de la tierra de monte.	Contaminación de cuerpos de agua y modificando los patrones de escorrentía.	El riesgo es bajo en virtud de que el proyecto depende de la buena imagen del entorno. Riesgo bajo (Rb).
FLORA	Hábitat, diversidad, composición y estructura	Por el desbroce, marqueo, derribo y dimensionado en una superficie máxima de intervención de 2,260.00 m ² . Implica una remoción máxima estimada de 92 individuos de seis especies arbóreas y un volumen de 8.3872 m ³ r. t. a (ninguna de ellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010).	Sustitución de una superficie de vegetación para la construcción de una casa-habitación. Disminución de los servicios ambientales que proporciona la cobertura vegetal en el área del proyecto.	Significativo (A →) de afectación parcial, inmediata, de manifestación permanente en el 58% de la superficie (<i>superficie de intervención permanente</i>) y temporal (<i>superficie de intervención temporal</i>) en el 42% restante.
FAUNA	Hábitat, diversidad, composición y	Por el desbroce, marqueo, derribo y dimensionado. Disminución de hábitat de selva	Alteración de la distribución local de la fauna y de los patrones de	Significativo (A →) de afectación parcial, inmediata, de

CASA ALVIRA

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO				
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Características del impacto
	estructura	mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva, en una superficie máxima de intervención de 2,260.00 m ² .	territoriales como consecuencia del desplazamiento de los individuos presentes en el área del proyecto con tendencia a un nuevo equilibrio entre las poblaciones.	manifestación permanente en el 58% de la superficie (<i>superficie de intervención permanente</i>) y temporal (<i>superficie de intervención temporal</i>) en el 42% restante.

12.2.9 Resultados del Estudio Técnico de Daños Ambientales: daños ambientales identificados

Las obras y actividades realizadas NO provocaron la pérdida de especies, de biodiversidad, de hábitats, ni áreas de reproducción de especies protegidas; ni ocasionaron la contaminación de cuerpos de agua, la destrucción, aislamiento o fragmentación de algún ecosistema que implicara la pérdida de elementos ambientales o el cambio en su estructura o funcionamiento; tampoco fueron obras y actividades que implicaran la generación de residuos peligrosos, la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores nacionales, ni emisiones a la atmósfera por fuentes fijas de jurisdicción federal.

No obstante, las obras y actividades sí modificaron de forma puntual los procesos naturales de infiltración y escorrentía de las aguas pluviales, la productividad del suelo y los servicios ambientales de captura de carbono, las cuales constituyen un daño al ambiente que fue valorado en términos económicos en \$150,107.84 pesos mexicanos, pero que no fue adverso al no haberse rebasado los límites máximos permisibles previstos por las disposiciones aplicables, ni ocasionado un desequilibrio ecológico ni alteraciones que obstaculizaran la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos; tampoco fue un *daño grave al ecosistema* toda vez que no modificaron las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema base por tratarse de un predio con rasgos de intervención antrópica.

No obstante, el retiro de la vegetación forestal y la habilitación de terracerías para la construcción del camino y demás obras actuadas sí recaen en los supuestos que requieren autorización de cambio de uso de suelo y manifestación de impacto ambiental por aprovechamiento de selvas, por lo cual existe una falta administrativa.

Para mayores detalles véase Estudio Técnico de Daños Ambientales "Casa Alvira" adjunto a la presente en versión digital.

Capítulo XIII

Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo

Contenido

CAPITULO XIII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	235
13.1 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales durante las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo	235
13.1.1 Descripción de las medidas preventivas, correctivas o de mitigación por componente ambiental.....	235
13.1.2 Especificaciones de las medidas de control de la erosión	240
13.2 Medida de compensación propuesta en el Estudio Técnico de Daños Ambientales.....	244

CAPITULO XIII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**13.1 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales durante las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo**

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold se han determinado las medidas preventivas, de mitigación y correctivas para los impactos significativos (A), los riesgos de impacto (R), mismas que se describen a continuación.

13.1.1 Descripción de las medidas preventivas, correctivas o de mitigación por componente ambiental**Medidas preventivas, de mitigación y de compensación**

En la Tabla XIII-1 se indican las medidas preventivas, de mitigación y compensación, según el caso, para los impactos y riesgos ambientales identificados en los Apartados que preceden a esta Sección.

CASA ALVIRA

Tabla XIII-1. Lista de medidas preventivas y de mitigación durante el desarrollo de las diferentes etapas del cambio de uso de suelo en terrenos forestales

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO								
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Medida de prevención, compensación y/o mitigación	Objetivo/Meta	Tiempo de ejecución	Material necesario	Indicadores de éxito
SUELO	Erosión	Por las diferentes operaciones del desmonte .	En las áreas desmontadas, debido a las operaciones de troceo y dimensionado, así como por la presencia de áreas desnudas por un largo periodo de tiempo existe el riesgo de elevar las tasas de pérdida de suelo.	1. Implementar el Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto “ <i>Casa Alvira</i> ” que se adjunta a la presente.	Por las actividades de reforestación: reducción hipotética de las tasas de pérdida de suelo por reforestación interna de 116.62 ton/ha/año a 14.5780 ton/ha/año, que representan una retención de 102.0461 ton/ha/año.	Previo a las actividades de desmonte, con un periodo de mantenimiento de 3 años.	Los que se indiquen en el Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto “ <i>Casa Alvira</i> ”.	Superficie destinada a actividades de reforestación: 2,500.00 m ²
	Erosión	Por la actividad de despalme , que implica el retiro de la capa orgánica del suelo en una superficie máxima de 2,260 m ² . Además, por el aumento de las tasas de pérdida de suelo. Se estima que ante un eventual retiro de vegetación en el área sujeta a CUSTF pasaría de 14.5780 ton/ha/año a 116.6241 ton/ha/año, lo que representa un aumento de 102.0461 ton/ha/año.	En las zonas de desplante el retiro de la capa orgánica del suelo afectará de manera permanente la fertilidad del suelo. En las áreas desmontadas, el suelo quedará vulnerable a la pérdida de suelo por erosión, en tanto no se continúen con la conformación de terracerías y actividades constructivas.	2. Separar la tierra de monte producto del despalme para usarla como sustrato en las actividades de jardinería y reforestación del terreno. La capa orgánica del suelo será almacenada en un espacio dentro de las áreas actuadas por la Profepa.	Rescatar 50 m ³ de tierra de monte que corresponde a la superficie de intervención permanente considerando una capa superficial promedio de 2.5 cm.	Durante las actividades de despalme	Retroexcavadora, camiones de volteo, así como un sitio específico dentro de las obras actuadas por la Profepa para el resguardo de la tierra de monte.	Volumen de tierra de monte resguardado.
				3. Acomodo del material vegetativo muerto en el área de reserva. Véase Apartado 13.1.2 Especificaciones de las medidas de control de la erosión.	Acomodo de 210 metros lineales.	Durante las actividades de desmonte.	Residuos o productos del aprovechamiento.	Metros lineales de acomodo de material vegetativo.
				4. Colocación de presas de morillos en los cauces cuya área de captación será afectada por las actividades de cambio de uso de suelo. Véase Apartado 13.1.2 Especificaciones de las medidas de control de la erosión.	Construir 4 presas	Durante las actividades de desmonte.	Residuos o productos del aprovechamiento.	Número de presas construidas.
				5. Remover la cobertura forestal conforme al programa de obra para evitar tener suelos	Reducir el nivel de vulnerabilidad	Durante las actividades de	Programación de los trabajos	Ausencia de suelos desnudos fuera de los

CASA ALVIRA

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO								
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Medida de prevención, compensación y/o mitigación	Objetivo/Meta	Tiempo de ejecución	Material necesario	Indicadores de éxito
				desnudos por largo tiempo. 6. Iniciar el proceso constructivo inmediatamente después de haber realizado la actividad de desmonte.	del suelo a procesos erosivos por viento y agua.	despalme	constructivos.	frentes de trabajo.
HIDROLOGÍA	Calidad del agua y del acuífero	Por desbroce, marcaeo, derribo y dimensionado; así como por el despalme del terreno derivado de la eliminación de la cubierta vegetal en una superficie máxima de intervención (<i>zona de aprovechamiento</i>) de 2,260.00 m².	Alteración de las tasas actuales de infiltración debido a la modificación de la rugosidad de la superficie y su capacidad de retención del agua, reduciendo tiempos de concentración y aumentando caudales en las áreas de drenaje. La estimación de los cambios en el volumen de infiltración ante un eventual retiro de vegetación en el área sujeta a CUSTF (2,260.00 m²) pasaría de 148.2176 m³/año a 71.5570 m³/año, que representa una disminución de 76.6606 m³/año.	7. Implementar las medidas #1 al #5. 8. Implementar las medidas #16 al #18.	Con las actividades de reforestación la infiltración pasaría de 96.6816 m³/año a 277.0262 m³/año, lo que representa un aumento de 180.3446 m³/año.	Previo a las actividades de desmonte, con un periodo de mantenimiento de 3 años.	Los que se indiquen en el Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto “ <i>Casa Alvira</i> ”.	Porcentaje de supervivencia del 85% o más.
	Calidad del agua y del acuífero	Por las actividades de despalme y por acarreo, traslado y disposición del producto resultado de la tala de árboles y retiro de la tierra de monte.	Contaminación de cuerpos de agua y modificación de los patrones de escorrentía.	9. Implementar medidas #2, 3, 4, 12, 16, 17 y 18. 10. En caso de retirar material a un sitio externo, éste deberá disponerse en un banco de material o en un sitio destinado para su restauración.	Preservar la calidad del agua pluvial	Durante la ejecución del desmonte	Las que se indiquen en las medidas #2, 3, 4, 12, 16, 17 y 18.	Las que se indiquen en las medidas #2, 3, 4, 12, 16, 17 y 18.

CASA ALVIRA

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO								
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Medida de prevención, compensación y/o mitigación	Objetivo/Meta	Tiempo de ejecución	Material necesario	Indicadores de éxito
FLORA	Hábitat, diversidad, composición y estructura	Por el desbroce, marcaeo, derribo y dimensionado en una superficie máxima de intervención de 2,260.00 m². Implica una remoción máxima estimada de 92 individuos de seis especies arbóreas y un volumen de 8.3872 m³ r. t. a (ninguna de ellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010).	Sustitución de una superficie de vegetación para la construcción de una casa-habitación. Disminución de los servicios ambientales que proporciona la cobertura vegetal en el área del proyecto.	11. Implementar el Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto “Casa Alvira”.	Rescate y/o compra de 184 individuos que serán establecidos en el área de reforestación: (2,500.00 m²)	Previo a las actividades de desmonte, con un periodo de mantenimiento de 3 años.	Los que se indiquen en el Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto “Casa Alvira”.	Porcentaje mínimo de supervivencia del 85%.
				12. Reducir al máximo la superficie que será afectada temporalmente por “pateo” en zonas de corte y terraplén.	Reducir la superficie de afectación.	Durante las actividades de desmonte	-	Superficie total de intervención menor a aquella prevista (2,260 m²).
				13. Trazo y delimitación del área de intervención y de la huella de construcción del proyecto. 14. Valoración específica para cada elemento que integra el proyecto con relación a los elementos arbóreos presentes en su área proyectada, de tal modo que se lleven a cabo adecuaciones menores, giros, desplazamientos, habilitación de jardineras, etcétera, que posibiliten la conservación del mayor número de individuos en pie.	Reducir el número de individuos arbóreos por remover.	Durante las actividades de desmonte.	Equipo topográfico. Motosierra. Trituradora	Número de individuos ubicados dentro del área de intervención integrados al proyecto.
				15. El apeo de los árboles se ejecutará usando motosierra mediante la técnica de derribo direccional.				
				16. Los residuos producto del desbroce serán picados y esparcidos en el sitio para su posterior retiro con las operaciones de despalle.				
				17. Los despojos vegetales que comprenden ramas, follaje y tallos de hasta 15 cm de diámetro en primera instancia serán destinados al acomodo de cordones de material vegetativo de manera perpendicular a la pendiente. 18. Los troncos mayores serán troceados y utilizados en la construcción de cuatro presas de morillos.	Proteger la	Durante y	Tapiales y cinta	Árboles en pie dentro
				19. Colocar una malla en el contorno de árboles				

CASA ALVIRA

ETAPA: CAMBIO DE USO DE SUELO								
Componente Ambiental	Factor Ambiental	Actividad generadora del impacto	Impacto ambiental	Medida de prevención, compensación y/o mitigación	Objetivo/Meta	Tiempo de ejecución	Material necesario	Indicadores de éxito
				integrados al proyecto para la protección de sus troncos y raíces, especialmente alrededor del individuo <i>Pseudobombax ellipticum</i> que se encuentra dentro del polígono de cambio de uso de suelo pero que será conservado en sitio.	estructura y salud de los árboles que se mantendrán en pie dentro del área de aprovechamiento.	después de las actividades de desmonte.	preventiva y de advertencia.	del área de aprovechamiento en buenas condiciones.
				20. La paleta vegetal de plantas que se establecerán en los jardines del proyecto no incluirá aquellas que se encuentren en la Lista de Especies Exóticas Invasoras para México publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016.	Evitar introducción de especies exóticas invasoras en las áreas de vegetación nativa de selva mediana subcaducifolia	Después de las actividades de desmonte.	Los que se indiquen en el proyecto de jardinería	Ausencia de especies exóticas invasoras de la Lista publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016 en jardines y áreas verdes del proyecto.
FAUNA	Hábitat, diversidad, composición y estructura	Por el desbroce, marcaeo, derribo y dimensionado. Disminución de hábitat de selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva, en una superficie máxima de intervención de 2,260.00 m².	Alteración de la distribución local de la fauna y de los patrones de territoriales como consecuencia del desplazamiento de los individuos presentes en el área del proyecto con tendencia a un nuevo equilibrio entre las poblaciones.	21. Implementar el Programa de rescate y conservación de Fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat. 22. Las actividades de desmonte se realizarán iniciando en la parte alta, con el área de desplante de la vivienda y las amenidades, para posteriormente intervenir la sección del camino de ingreso.	Preservar la diversidad, composición y estructura de fauna en el área del proyecto.	Previo a las actividades de desmonte, durante la construcción y al menos 3 años.	Los que se indiquen en el Programa de rescate y conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat.	Los que indique el Programa de rescate y conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat.
				23. El personal de obra tendrá estrictamente prohibido incursionar dentro de la zona de reserva. 24. Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción los trabajadores tendrán prohibido cazar y capturar animales silvestres.	Proteger las condiciones naturales de la zona de reserva.	Durante y después de las actividades de desmonte.	Carteles informativos.	Ausencia de nuevos senderos en la zona de reserva.

13.1.2 Especificaciones de las medidas de control de la erosión**A. Acomodo de material vegetal muerto**

Consiste en formar cordones a curvas de nivel de material vegetal muerto resultante del aprovechamiento forestal, podas, preaclareos, aclareos y material incendiado. El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

Servirá para: 1) reducir la erosión hídrica, 2) disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales, 3) incrementar la infiltración del agua de lluvia. Sus beneficios serán: 1) retención de azolves, 2) favorecer la infiltración de agua y 3) favorecer la regeneración natural.

El acomodo del material producto del desmonte formará cordones o fajinas de material siguiendo las curvas a nivel en el terreno, esto es, se colocarán barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para propiciar la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los posibles materiales y azolves que se erosionan ladera arriba.

El proceso de acordonamiento será el siguiente:

- La distancia promedio entre los cordones de vegetación se propone cada 10 m, dada la pendiente del terreno.
- Debe trazarse la curva de nivel guía que servirá de base para acordonar el material.
- Se acordona el material sobre las líneas de nivel
- Se asienta el material al suelo, seccionando ramas y troncos, para que la fajina no quede de más de un metro de alto.
- La longitud de los cordones no serán más de 20 m. A esta distancia se debe seccionar de 3 a 4 m y continuar con el acordonamiento de otra sección.
- Cuando el acordonamiento cruce una cárcava o arroyo se colocará una presa de morillos.

Recomendaciones a seguir en la construcción de fajinas.

- Las fajinas o los cordones de material deben ser paralelos a la curva a nivel.
- El ancho de la faja debe ser menor a 40 centímetros.
- El alto de la faja debe ser menor a 40 centímetros.
- La separación entre cordones de material debe ser a 20 metros o menor.
- Los cordones deben ser discontinuos o fraccionados cada 50 metros para evitar riesgos de propagación de incendios
- La distancia entre dos fracciones de una misma faja debe ser cuando menos 2 metros.
- En la medida de lo posible, se deben acordonar los desechos más gruesos y dejar sobre el tramo

De acuerdo a la superficie destinada la zona de reserva del terreno y pendiente promedio del mismo, se tiene proyectado construir alrededor **de 210 metros lineales de material acomodado, dividido en secciones de diferente longitud** exclusivamente en las laderas que serán intervenidas y cuyos aportes pluviales descargan en alguno de los diferentes escurrimientos presentes en el terreno (Figura XIII-1).

CASA ALVIRA

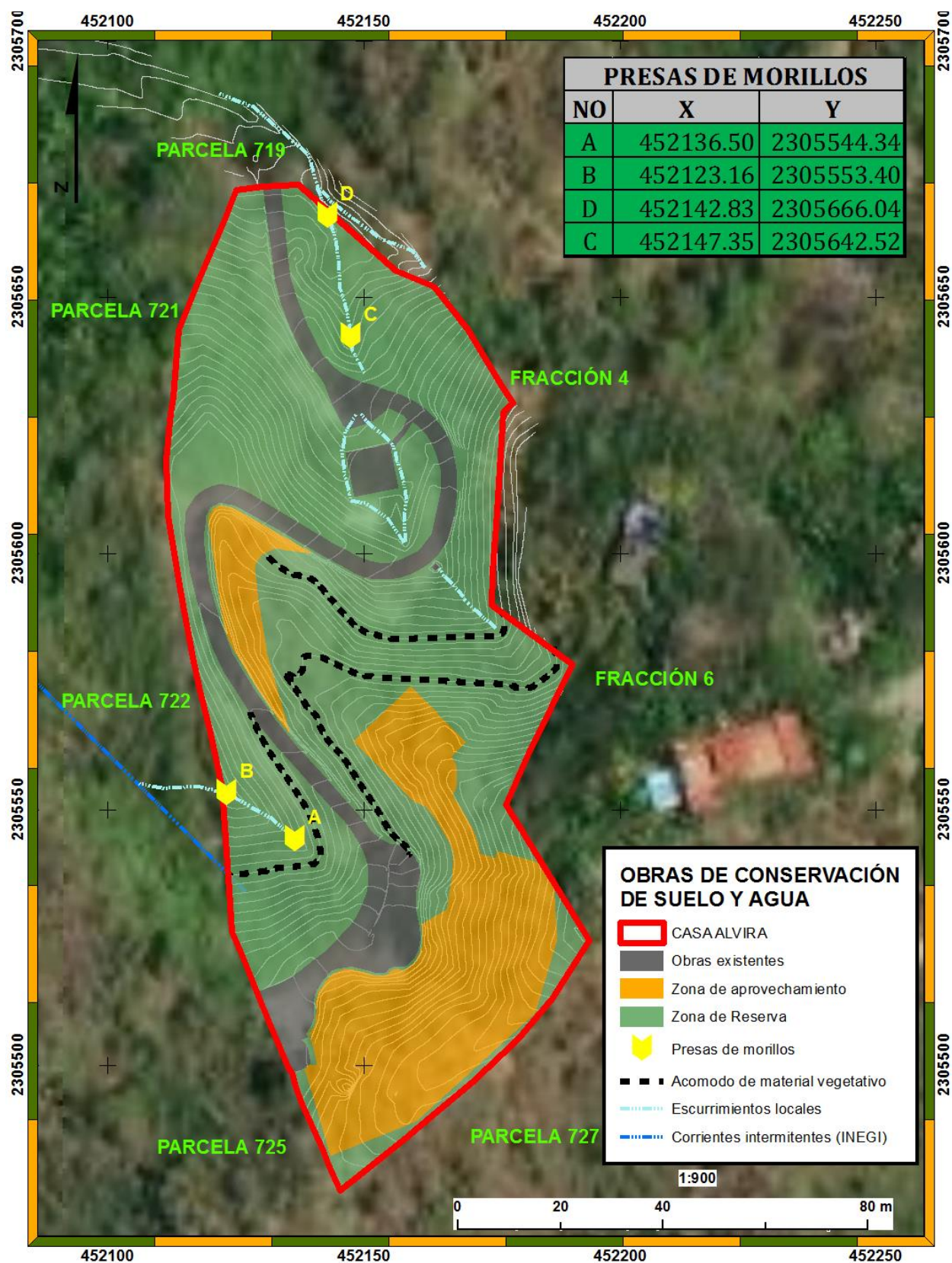


Figura XIII-1. Localización del acomodo del material vegetativo muerto y presas de morrillos

CASA ALVIRA

B. Presas de morillos

La medida de tipo estructural propuesta para control de la erosión será la **construcción de presas de morillos** en los diversos escurrimientos en los cuales están proyectadas actividades de cambio de uso de suelo que afectan sus áreas de captación (Figura XIII-1).

La presa de morillos es una estructura conformada con postes o troncos de diámetros mayores a 10 centímetros. Se usa temporalmente y se construye en sentido transversal a la dirección del flujo de corrientes superficiales, en cárcavas pequeñas y angostas, y para el control de azolves.

Sirven para: 1) reducir la velocidad de escurrimiento, 2) retener azolves, 3) proteger obras de infraestructura rural, tales como presas hidráulicas, caminos y puentes, 4) retener humedad. Sus beneficios serán: 1) disminuye la erosión hídrica, 2) controla azolves y 3) detiene el crecimiento de cárcavas.

Las presas se colocarán exclusivamente sobre los escurrimientos intermitentes que captan los flujos de las superficies que serán intervenidas con la finalidad de reducir la velocidad del agua y controlar los azolves provenientes del cambio de uso de suelo. Los materiales de construcción se obtendrán del propio aprovechamiento de los árboles que serán talados, dichos troncos deberán tener como mínimo 10 centímetros. Como su vida útil es de 2 a 3 años servirán para evitar el arrastre de partículas aguas durante los primeros años, en tanto las pérdidas de suelo por el movimiento de tierras se estabilizan.

Las dimensiones de una presa de morillos dependerán de la pendiente o grado de inclinación que presente la cárcava o corriente, así como de la profundidad y cantidad de escurrimientos superficiales.

La fórmula de espaciamiento para esta obra es: $E = H/P \times 100$, donde E, es el espaciamiento entre presas, H, la altura efectiva, 1 m, y P, la pendiente media del escurrimiento a intervenir. De acuerdo a los datos de las unidades de escurrimiento identificadas en el terreno la pendiente va del 5 al 10%, por lo que la distancia teórica de separación iría de 20 m a 10 m.

Debido a que el terreno no se encuentra degradado, sino que simplemente se espera que las presas retengan el excedente de sedimentos originados por la eventual intervención del terreno en laderas específicas, no se usará el distanciamiento teórico; en su lugar se proyecta construir en total cuatro estructuras de hasta de un metro de alto, colocadas sobre algunos de los escurrimientos identificados (Figura XIII-1 y Tabla XIII-2).

Tabla XIII-2. Coordenadas geográficas de las presas de morillos propuestas para la retención de sedimentos en las áreas que serán intervenidas

No.	X	Y	No.	X	Y
A	452,136.50	2,305,544.34	C	452,142.83	2,305,666.04
B	452,123.16	2,305,553.40	D	452,147.35	2,305,642.52

Proceso de construcción

Primer paso. La construcción se inicia colocando una hilera de postes o morillos (con un corte en forma de punta en uno de sus extremos para que puedan anclarse fácilmente al suelo), separados cada 0.80 metros en sentido transversal a la cárcava y anclados al suelo a una profundidad aproximada de un

CASA ALVIRA

metro. Estos postes deberán medir, preferentemente, 2.5 metros de largo y 10 centímetros o más de diámetro

Segundo paso. Una vez colocada la hilera de morillos, se procede a construir una zanja en la base y paredes laterales de la cárcava para empotrar la estructura.

Tercer paso. Luego se colocan morillos a lo largo de la zanja excavada, sujetando uno sobre otro con la ayuda de alambre, clavos u otro material resistente para fijar la presa.

Cuarto paso. El empotramiento o anclado de morillos en las partes laterales de la cárcava deberá quedar asegurado, de tal manera que se evite que los escurrimientos socaven las partes laterales de la presa y afecten su funcionamiento. Es conveniente que la altura efectiva de las presas de morillos no sea mayor a 1.5 metros.

Quinto paso. Es recomendable compactar el suelo circundante a la presa de morillos y colocar el material obtenido de la zanja aguas arriba, para proporcionar mayor estabilidad a la estructura.

Sexto paso. Es importante también realizar un corte en la parte central del muro para formar un vertedor que controle el flujo del agua. Las dimensiones recomendables para formar el vertedor son de un tercio de la longitud transversal de la presa y una altura de 0.25 veces la altura total de la presa. Por ejemplo, si la presa tiene una longitud de 2 metros y 1.20 metros de altura, el vertedor deberá tener aproximadamente 70 centímetros de ancho por 30 centímetros de alto

Séptimo paso. Con el fin de proteger el fondo de la cárcava de la erosión hídrica provocada por la caída de agua que pasa por el vertedor y para mantener la estabilidad de la presa, se recomienda construir, aguas abajo de la presa, un delantal con piedra acomodada o morillos empotrados a 10 o 15 centímetros de profundidad. La construcción del delantal no requiere el uso de materiales específicos y medidas estrictas; sin embargo, se deben preferir aquellos que no sean fáciles de arrastrar por las corrientes de agua. Si se cuenta con trozos de morillos, es conveniente que éstos queden lo suficientemente sujetos para evitar que se deslicen a lo largo de la corriente. Cuando se usen piedras se recomienda que éstas sean mayores de 15 centímetros de diámetro y muy consistentes, para evitar que se desintegren. Si la pendiente de la cárcava es menor de 15%, el delantal deberá ser en promedio de 1.5 metros de largo, pero si es mayor que eso, se recomienda que el delantal sea de 1.7 metros de largo.

Recomendaciones

Las presas de morillos se recomiendan para escurrimientos con pendientes máximas de 35%. En el predio, los cauces temporales que recogen el agua de las diferentes áreas de captación que serán intervenidas no presentan pendientes que rebasen este valor.

El control de escurrimientos se inicia desde la parte alta, donde se origina el problema de erosión. Atendiendo a esta recomendación la construcción de las presas de morillos comienza desde las partes altas del dren donde estén proyectadas las áreas de intervención.

La altura total de la estructura no debe exceder de 1.5 metros y el área de aporte de escurrimientos no debe exceder las 10 hectáreas. Se cumplen ambas condiciones.

El material para construir las presas (morillos, troncos o postes) debe proceder de residuos de incendios, podas o material vegetal muerto y no de la tala de árboles. En este caso, los troncos se obtendrán de las actividades de desmonte.

Para alcanzar mejores resultados en la aplicación de presas de morillos, cuya vida útil se estima de dos a cinco años, se sugiere que se acompañen de otras prácticas. Atendiendo a esta recomendación, se establecerá líneas de material vegetativo aguas arriba, en las áreas aledañas a la superficie destinada al cambio de uso de suelo (**Ver A. Acomodo de material vegetativo**).

En resumen, el uso de las presas tendrá como finalidad principal retener azolves y disminuir la velocidad de los flujos en la temporada de lluvias. Lo anterior no afecta la cantidad y calidad del agua de lluvia superficial en la microcuenca ya que su diseño permite el paso del agua sin sedimentos, exclusivamente.

13.2 Medida de compensación propuesta en el Estudio Técnico de Daños Ambientales

Con el objeto establecer las condiciones referidas en el Artículo 14 fracción II incisos a), b) y c) de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LEFRA), que a la letra dictan:

Artículo 14.- La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:

[...]

Fracción II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:

a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales;

b) Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y

c) Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental.

Y que esa Secretaría pueda ordenar la medida de compensación ambiental, mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, como lo señala el tercer párrafo del mismo artículo de la Ley, que a continuación se transcribe:

*Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, **que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental**, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. (Énfasis añadido)*

Se anexa a la presente el Estudio Técnico de Daños Ambientales “Casa Alvira” referente a las obras y actividades realizadas en la Fracción 5 resultante de la subdivisión de la Parcela 1317 Z-8 P1/1, ejido de Sayulita, municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, elaborado en Enero, 2022. El documento contiene la descripción de las obras y actividades ilícitas, el método y elementos utilizados para evaluar los daños al ambiente, las características del estado base del sitio, las características del estado actual del sitio, los

daños ambientales identificados y las acciones de compensación ambiental que generen mejoras al ambiente sustitutivas de la reparación total o parcial del daño ocasionado. **Se transcribe a continuación la medida de compensación ambiental propuesta.**

A. Medida de compensación ambiental propuesta

Considerando que el hecho u omisión ilícito, en todo caso, consiste en una falta administrativa por no haber obtenido la autorización en materia de impacto ambiental previo a la realización de las obras y actividades; y que dicha acción afortunadamente no ocasionó un daño ambiental que deba ser reparado o compensado; así mismo, considerando que la restauración del sitio donde se realizaron las obras y actividades objeto del procedimiento administrativo es técnica y materialmente imposible, por consecuencia, procedería la compensación ambiental.

Ahora bien, la compensación ambiental, en este caso particular, fue realizada una vez terminadas las obras y actividades de construcción del camino interno, para mitigar y compensar los impactos relacionados con la remoción de la vegetación, tal como se explica a continuación. Acciones que fueron llevadas a cabo por el responsable y que equivalen a los efectos adversos ocasionados por el daño, por lo que no será necesario llevar a cabo acciones adicionales.

Medidas de compensación ambiental llevadas a cabo para mitigar los impactos

Tal como quedó asentado en el Acta de Inspección No. IIA/2021/041, en el apartado “CIRCUNSTANCIACIÓN DE LOS HECHOS PARTICULARES DEL VISITADO Y DE AQUELLOS QUE SE OBSERVAN DURANTE EL DESARROLLO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN ORDINARIA”, se enumeran, además del camino interno, una serie de obras asociadas a éste que tuvieron la finalidad de proteger la infraestructura construida, así como mitigar los impactos sobre el suelo, agua y la vegetación generados:

“...se observan obras de drenaje pluvial mismas que a continuación se mencionan: registros, lavaderos, alcantarillas y cunetas en las proximidades de las obras antes descritas, construidas de concreto. Así mismo durante el recorrido realizado se observa dentro del predio inspeccionado vegetación forestal consistente en amapa, cacaguanache, clavelina, concha, guamuchillo, guásima, havillo, papelillo amarillo y rojo entre otros, mismos que se observan en pie sin afectación alguna; así mismo no se observa erosión alguna en el lugar objeto de la visita de inspección...”

Lo anterior da cuenta de que una vez que se concluyó la 1) remoción de la vegetación, 2) la conformación de terracerías y 3) la construcción del camino, inmediatamente se llevaron a cabo las obras citadas para el manejo del drenaje superficial, lo que desde esa fecha y hasta ahora, se ha traducido en el mantenimiento de los patrones naturales de escurrimiento y minimización de la erosión hídrica.

Así mismo, una vez concluidas las obras, como medida compensatoria por el retiro de la vegetación nativa, se trasplantaron 20 individuos de especies forestales tropicales a lo largo del camino, los cuales hoy día presentan diámetros que van de los 12.5 cm hasta los 20 cm, y alturas a partir de 2.5 m a 5 m, por lo que se puede considerar totalmente establecidos. La disposición de éstos y sus características dasométricas actuales se obtuvieron mediante la elaboración de un censo forestal y se muestran en la Tabla XIII-3 y la Figura XIII-2.

Así, en conjunto, las obras estructurales y las prácticas vegetativas llevadas como medida de compensación ambiental, fueron efectivas sobre los componentes ambientales suelo, agua y

CASA ALVIRA

vegetación, lo cual quedó asentado en el Acta de Inspección citada, por lo que no se proponen medidas de compensación adicionales.

Tabla XIII-3. Lista de árboles plantados a lo largo del camino como medida compensatoria derivada del retiro de la vegetación

No	Número Censo Forestal	Nombre común	Nombre científico	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m²)	Volumen (m³ r. t.a.)
1	193	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	15.0	5.0	0.0177	0.0515
2	194	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	15.0	3.5	0.0177	0.0355
3	195	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	12.5	3.0	0.0123	0.0219
4	206	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	25.0	4.5	0.0491	0.1234
5	207	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	12.5	4.0	0.0123	0.0296
6	208	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	15.0	4.0	0.0177	0.0408
7	209	Habillo	<i>Hura polyandra</i>	21.0	3.5	0.0346	0.0643
8	210	Cacahuananche	<i>Gliricidia sepium</i>	12.5	3.5	0.0123	0.0251
9	211	Cacahuananche	<i>Gliricidia sepium</i>	12.5	3.5	0.0123	0.0251
10	212	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	12.5	3.0	0.0123	0.0219
11	213	Amapa	<i>Tabebuia rosea</i>	12.5	3.0	0.0123	0.0219
12	219	Cacahuananche	<i>Gliricidia sepium</i>	12.5	2.5	0.0123	0.0178
13	220	Primavera	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	12.5	4.0	0.0123	0.0287
14	221	Primavera	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	12.5	4.0	0.0123	0.0287
15	222	Habillo	<i>Hura polyandra</i>	16.5	3.0	0.0214	0.0358
16	223	Primavera	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	12.5	3.5	0.0123	0.0250
17	224	Habillo	<i>Hura polyandra</i>	12.5	3.0	0.0123	0.0219
18	225	Cacahuananche	<i>Gliricidia sepium</i>	12.5	3.0	0.0123	0.0215
19	227	Primavera	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	12.5	4.5	0.0123	0.0325
20	228	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	20.0	5.0	0.0314	0.0891
						0.3613	0.7807

CASA ALVIRA

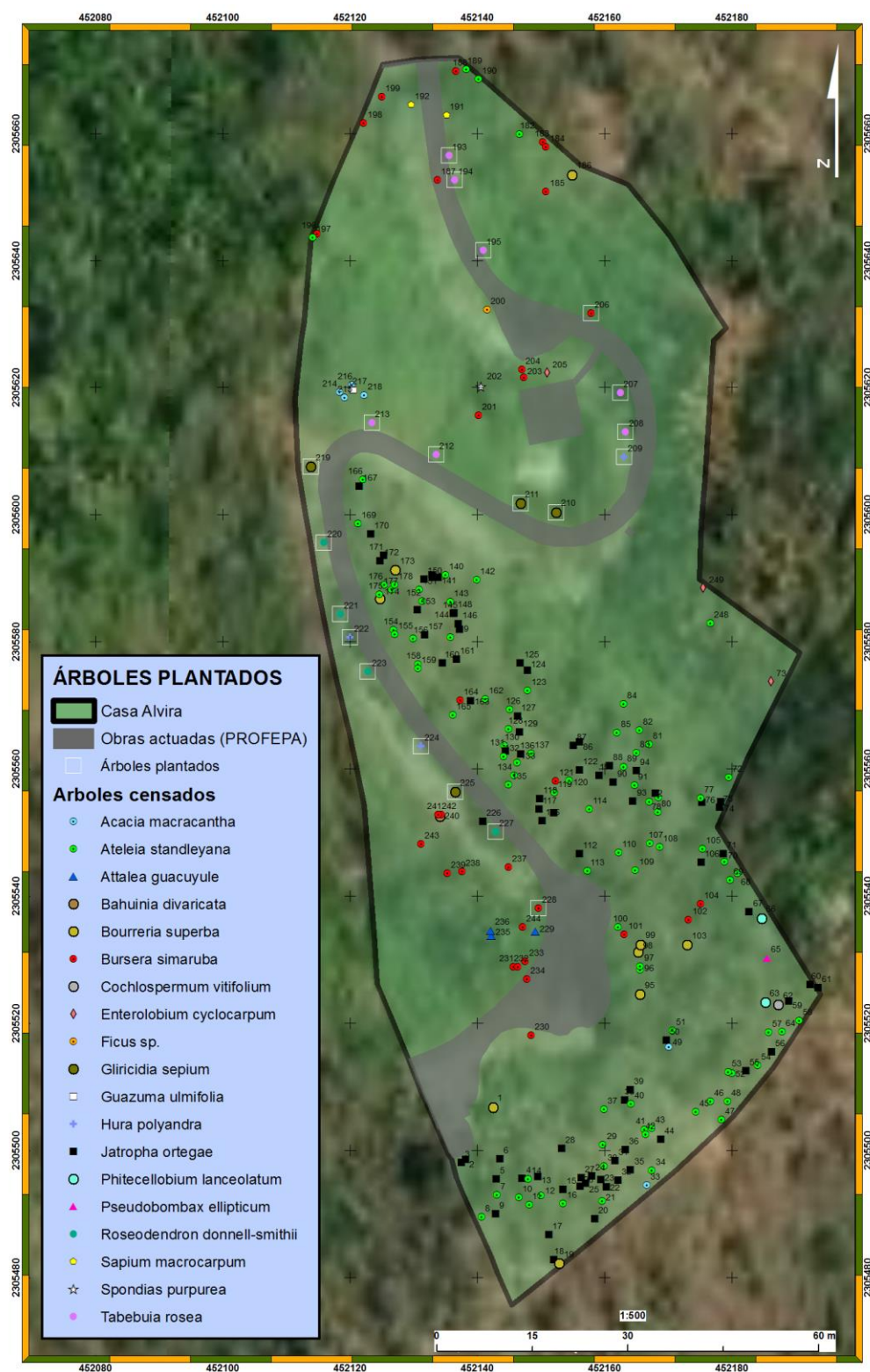


Figura XIII-2. Los 20 árboles señalados con un recuadro blanco fueron plantados a lo largo del camino interno para compensar los impactos derivados del retiro de la vegetación

Capítulo XIV

Servicios ambientales que serán afectados por el
Cambio de uso de suelo propuesto

Contenido

CAPITULO XIV. SERVICIOS AMBIENTALES POTENCIALMENTE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO.....	248
14.1 Servicio de aprovisionamiento de materias primas	248
14.2 Servicio de provisión y regulación del ciclo hidrológico.....	249
14.2.1 Calidad de agua.....	249
14.2.2 Cantidad de agua.....	250
14.2.3 Estimación del impacto potencial en la cantidad y calidad del agua.....	251
14.3 Servicio de soporte de la biodiversidad.....	252
14.3.1 Flora	252
14.3.2 Fauna	253
14.4 Captura de carbono	254

CAPITULO XIV. SERVICIOS AMBIENTALES POTENCIALMENTE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

Considerando el tipo de vegetación, su grado de desarrollo y la superficie propuesta a afectar es indiscutible que habrá una alteración en la cantidad y calidad de los servicios ambientales debido al retiro de la vegetación ¿En qué proporción será potencialmente afectada esa provisión de servicios ambientales? Es difícil saberlo porque, por supuesto, no todos los bosques tienen el mismo valor. Su estructura, composición y ubicación específicas juegan un papel fundamental en la determinación de los servicios que pueden ofrecer y a quiénes se los pueden otorgar.

El artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su fracción LXI así define a los SERVICIOS AMBIENTALES: *beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano.*

Dichos servicios ecosistémicos son de cuatro tipos según el beneficio que ofrezcan:

- Los servicios de aprovisionamiento son aquellos referidos a la cantidad de bienes o materias primas que un ecosistema ofrece, como la madera, el agua o los alimentos.
- Los servicios de regulación son aquellos que derivan de las funciones clave de los ecosistemas, que ayudan a reducir ciertos impactos locales y globales (por ejemplo la regulación del clima y del ciclo del agua, el control de la erosión del suelo, la polinización...).
- Los servicios culturales son aquellos que están relacionados con el tiempo libre, el ocio o aspectos más generales de la cultura.
- Los servicios de soporte, como la biodiversidad y los procesos naturales del ecosistema, que garantizan buena parte de los anteriores.

Los servicios ecosistémicos, por tanto, combinan la preservación del medio natural a la vez que se hace un uso y desarrollo sostenibles. A continuación se hace una valoración de los servicios que podrían estar en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

14.1 Servicio de aprovisionamiento de materias primas

Por cuanto hace a las materias primas, de acuerdo con las condiciones actuales del predio, la provisión de madera sería uno de los productos forestales potencialmente en riesgo por las actividades de cambio de uso de suelo, y serían del orden de un poco más de la tercera parte de las existencias reales: esto es, que de los 21.7118 m³ r. t. a. estimados en este predio, se removerán 8.3872 m³ r. t. a. lo que representa el 39% de las existencias reales estimadas (Tabla XIV-1). No obstante, el destino de la madera resultante del aprovechamiento será su uso en el acomodo de material vegetativo y construcción de presas de morillos, en lo que se refiere a las medidas estructurales de conservación de suelo y agua; así mismo, cuando el diámetro de los troncos lo permita, éstos serán picados y se utilizará en las labores de jardinería. Ninguna de las especies se encuentra catalogada como "preciosa tropical", por lo que no se prevé su comercialización.

CASA ALVIRA

Tabla XIV-1. Existencias reales, volumen a remover y volumen residual por especie en *Casa Alvira*

Nombre científico	Variables dasométricas								
	Existencias reales			Árboles a remover			Árboles residuales		
	No	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ rta)	No	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ rta)	No	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ rta)
<i>Acacia macracantha</i>	6	0.1966	0.5101	1	0.0299	0.0823	5	0.1668	0.4278
<i>Ateleia standleyana</i>	87	2.4372	6.7539	44	1.1243	3.1531	43	1.3128	3.6008
<i>Attalea guacuyule</i>	3	0.2030	0.5137	0	0.0000	0.0000	3	0.2030	0.5137
<i>Bauhinia divaricata</i>	1	0.0143	0.0247	0	0.0000	0.0000	1	0.0143	0.0247
<i>Bourreria superba</i>	9	0.1445	0.2889	5	0.0822	0.1739	4	0.0623	0.1150
<i>Bursera simaruba</i>	30	1.4037	4.7934	3	0.2020	0.7597	27	1.2017	4.0337
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.0594	0.1651	0	0.0000	0.0000	1	0.0594	0.1651
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	0.2505	0.8821	0	0.0000	0.0000	3	0.2505	0.8821
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.0123	0.0251	0	0.0000	0.0000	1	0.0123	0.0251
<i>Gliricidia sepium</i>	4	0.0491	0.0895	0	0.0000	0.0000	4	0.0491	0.0895
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.0123	0.0281	0	0.0000	0.0000	1	0.0123	0.0281
<i>Hura polyandra</i>	3	0.0683	0.1221	0	0.0000	0.0000	3	0.0683	0.1221
<i>Jatropha ortegae</i>	76	2.7304	5.9751	37	1.7751	4.0691	39	0.9554	1.9061
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	2	0.0641	0.1491	2	0.0641	0.1491	0	0.0000	0.0000
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.0471	0.1169	0	0.0000	0.0000	1	0.0471	0.1169
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	4	0.0491	0.1149	0	0.0000	0.0000	4	0.0491	0.1149
<i>Sapium macrocarpum</i>	2	0.2292	0.7656	0	0.0000	0.0000	2	0.2292	0.7656
<i>Spondias purpurea</i>	1	0.1043	0.1703	0	0.0000	0.0000	1	0.1043	0.1703
<i>Tabebuia rosea</i>	7	0.1021	0.2234	0	0.0000	0.0000	7	0.1021	0.2234
	242	8.1775	21.7118	92	3.2775	8.3872	150	4.8999	13.3246

14.2 Servicio de provisión y regulación del ciclo hidrológico

Los bosques pueden desempeñar un papel importante en la regulación de los flujos hídricos y en la reducción de la sedimentación. Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja de la cuenca, además de su dinámica temporal.

Se asocia cada vez más a los bosques con una diversidad de servicios ambientales prestados en las cuencas hidrológicas, los cuales incluyen: la regulación del ciclo hidrológico del agua, es decir, el mantenimiento del caudal durante la temporada de secas y el control de inundaciones; la conservación de la calidad del agua, es decir, la reducción al mínimo de la carga de sedimentos, la carga de nutrientes (por ejemplo, de fósforo y nitrógeno), la carga de sustancias químicas y de salinidad; el control de la erosión del suelo y la sedimentación; la reducción de la salinidad del suelo o la regulación de los niveles freáticos; y el mantenimiento de los hábitats acuáticos (por ejemplo, la reducción de la temperatura del agua mediante la sombra sobre ríos o corrientes, el aseguramiento de restos adecuados de madera y hábitat para las especies acuáticas).

14.2.1 Calidad de agua

Los bosques son testigos de la erosión del suelo. Su protección se debe fundamentalmente a la vegetación de monte bajo, a los restos vegetales y al efecto estabilizador de la red de raíces. En fuertes pendientes, el efecto estabilizador neto de los árboles es generalmente positivo.

La conservación de la calidad del agua se refiere, entre otras cosas a la reducción al mínimo de la carga de sedimentos, la carga de nutrientes (por ejemplo, de fósforo y nitrógeno), la carga de sustancias químicas y

de salinidad. La colindancia del predio con otros de uso habitacional hace suponer la presencia de sustancias químicas usadas para el mantenimiento de las áreas verdes que pudieran ser arrastradas por el agua de lluvia. Fuera de dichas sustancias provenientes del uso de agroquímicos, potencialmente dañinas para los seres vivos, no existe sospecha que hubiera otras provenientes de otras fuentes, dado el pequeño tamaño del área de captación.

Así pues, **sería la carga de sedimentos por la pérdida de suelo el factor más significativo relacionado con la disminución de la calidad del agua.** Lo anterior está relacionado con la pérdida de cobertura vegetal. La estimación del impacto potencial por este factor se evalúa en el Apartado 14.2.3.

Además, se sabe que determinado tipo de cubierta vegetal ofrece al suelo protección contra la erosión hídrica; en la ecuación universal de pérdida de suelo se identifica como el factor C. Representa los efectos del porcentaje de cubrimiento de la vegetación, el efecto protector de los residuos vegetales incluidos la hojarasca y la acción de agregación que tienen las raíces en el suelo.

14.2.2 Cantidad de agua

El impacto del uso de la tierra sobre la escurrentía superficial media es una función que depende de numerosas variables, siendo las más importantes el régimen hídrico de la cubierta vegetal en lo referente a la evapotranspiración, la capacidad de infiltración, la capacidad del suelo para retener agua y la capacidad de la cubierta vegetal para captar humedad. La estimación del impacto potencial a la escurrentía superficial se evalúa en el Apartado 14.2.3.

Un cambio en la cubierta del suelo de especies de menor a mayor evapotranspiración conducirá a un descenso en el caudal anual. Contrariamente, un cambio de una cubierta vegetal de mayor a menor evapotranspiración incrementará la escurrentía superficial media.

Los caudales máximos se pueden incrementar como resultado de un cambio en el uso de la tierra si se reduce la capacidad de infiltración del suelo, por ejemplo por la compactación del suelo o por la erosión, o si se incrementa la capacidad de drenaje.

Con relación a la recarga de acuíferos estos podrían incrementar o disminuir como resultado de los cambios de uso de suelo. Los factores de mayor influencia son la evapotranspiración de la cubierta vegetal y la capacidad de infiltración del suelo. La recarga de acuíferos está ligada a menudo con los caudales en la estación seca ya que las aguas subterráneas son las que aportan la mayor parte de la descarga a los ríos durante dicho periodo.

El nivel freático se eleva como resultado del descenso en la evapotranspiración, por ejemplo, después de una explotación forestal o de la conversión del bosque a pastos. La recarga también se podría incrementar por una subida en la tasa de infiltración, por ejemplo, mediante la reforestación de áreas degradadas. En contraste, el nivel freático podría bajar como consecuencia de un descenso en la infiltración del suelo.

Finalmente, se ha documentado que una reducción en la cubierta forestal incrementa el aporte de agua, lo cual podría ser negativo aguas abajo, por el aumento en la velocidad de los escurrimientos y su impacto negativo sobre el suelo.

CASA ALVIRA

14.2.3 Estimación del impacto potencial en la cantidad y calidad del agua

Dadas las reflexiones anteriores, se puede establecer que la eliminación de la vegetación tendrá cierto impacto en el aporte de agua superficial, entre otras cosas se incrementarían el caudal y el arrastre de partículas de suelo. En la recarga de acuíferos (infiltración) el impacto también podría ser notable dada la alta permeabilidad del suelo por su textura gruesa (arenosa).

Estimación del impacto potencial del CUS en los volúmenes anuales de infiltración

De acuerdo a la estimación de los volúmenes de infiltración en el área sujeta a cambio de uso de suelo en dos escenarios distintos: 1) condición actual y 2) retiro de la vegetación, calculados en el **Capítulo VIII, Apartado 8.1.- Análisis comparativo de las tasas de infiltración**, estos pasarían de los 148.2176 m³/año a los 71.5570 m³/año, por lo que la diferencia en este parámetro sería del orden de los 76.6606 m³/año, es decir, una reducción del 52% entre un escenario y otro (Tabla XIV-2).

Tabla XIV-2. Estimación del impacto potencial de la eliminación de la vegetación en los volúmenes anuales de infiltración en el área de CUS en dos escenarios: i) condiciones actuales y ii) retiro de la vegetación

Servicio ambiental: Cantidad de agua	Escenarios		Diferencia entre ambos escenarios (m ³ /año)
	Condiciones actuales (m ³ /año)	Retiro de la vegetación (m ³ /año)	
Infiltración	148.2176	71.5570	- 76.6606

Estimación del impacto potencial del cambio de uso de suelo en la erosión hídrica y eólica

Con relación a las pérdidas de suelo estimadas, que a su vez están íntimamente relacionadas con la cantidad y calidad del agua, se tiene que de acuerdo a las estimaciones efectuadas en el **Capítulo VIII, Apartado 8.2.- Análisis comparativo de las tasas de erosión (hídrica y eólica)**, éstas pasarían de las 14.5780 toneladas/ha/año a las 116.6241 toneladas/ha/año, lo que arroja un aumento de 102.0461 toneladas/ha/año, o su equivalente ponderado al área de CUSTF (2,260.00 m²), igual a +23.0624 toneladas/año (Tabla XIV-3).

Tabla XIV-3. Estimación del impacto potencial de la eliminación de la vegetación en las pérdidas anuales de suelo (erosión hídrica y eólica) en el área sujeta a cambio de uso de suelo

Tasas de erosión	Escenarios				Diferencia entre ambos escenarios (ton/ha/año)
	Condiciones actuales (ton/ha/año)		Retiro de la vegetación (ton/ha/año)		
	Hídrica	Eólica	Hídrica	Eólica	
	10.3067	4.2713	82.4537	34.1705	
Acumulada	14.5780		116.6241		+102.0461
Total ponderado por superficie destinada al CUSTF (2,260 m²) (toneladas/año)					23.0624

14.3 Servicio de soporte de la biodiversidad

Los bosques albergan un porcentaje importante de la biodiversidad del mundo. La pérdida de éstos es una de las principales causas de la disminución de especies.

En este caso, es bien sabido que la principal causa de extinción es la pérdida de hábitats. La diversidad de la vida generalmente se define en tres categorías: diversidad genética, diversidad de especies y diversidad de ecosistemas.

En el caso particular de la cuenca o unidad de análisis para el presente estudio (Microcuenca La Cruz de Huanacastle), el 70.48% de su territorio se encuentra cubierto por Selva Mediana Subcaducifolia (14,936 hectáreas). Las actividades de CUSTF implican la remoción parcial de vegetación en una superficie de 00-22-60 ha (2,260.00 m²) del ecosistema de Selva Mediana Subcaducifolia, lo que representa el 0.0015% de la superficie total de este ecosistema en la microcuenca, preservando una superficie estimada de 00-66-86.08 ha ubicadas dentro del predio *Alvira* ubicados en la zona de reserva.

Adicionalmente, los estudios de diversidad de flora y de fauna realizados ex profeso, ampliamente citados en este documento, concluyen que el predio bajo estudio en el que se ubica la superficie sujeta a CUSTF presentan una diversidad, composición y estructura de flora y fauna similar a aquellos del ecosistema de Selva Mediana Subcaducifolia de la microcuenca, pero un poco menos rico, diverso y equitativo en el caso de flora, y más rico, diverso y equitativo en el caso del componente fauna.

14.3.1 Flora

Para la estimación de la diversidad florística del predio se utilizaron los resultados obtenidos del estudio de flora realizado ex profeso, y que se mencionan en el del **Capítulo VI, Apartado 6.4.3 Caracterización de la vegetación** que incluyen la riqueza de especies presentes en el predio donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, el valor de importancia de estas especies por estrato (superior, medio y rasante), las especies presentes que se encuentran en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las estimaciones de diversidad.

Los hallazgos presentados en dicho estudio permiten aseverar que la microcuenca La Cruz de Huanacastle y el predio *Casa Alvira*, a pesar de encontrarse en el mismo ámbito geográfico de distribución de la selva mediana subperennifolia, en términos estructurales son bastante disímiles, circunstancia que es consistente en términos de diversidad y dominancia. Primeramente, la microcuenca es más diversa y con bajos valores de dominancia, en contraparte del predio *Casa Alvira* que es menos diverso y con dominancia a veces de una sola especie. Por ello tenemos un número muy alto de especies exclusivas en la microcuenca: 69, de las 73 registradas en total, es decir, sólo se comparte cuatro especies en común con el predio *Casa Alvira*. En cuanto a las especies que se distribuyen exclusivamente dentro del predio *Casa Alvira*, éstas están presentes, tanto en el área sujeta a cambio de uso del suelo como dentro de la *zona de reserva* (i. e. que no será intervenida), por lo que la ejecución del presente proyecto no compromete su permanencia en el tiempo ni en el espacio (**Capítulo VII, Apartado 7.1 Comparación de la diversidad, composición y estructura florística de la SMS entre el área del proyecto Casa Alvira y la microcuenca La Cruz de Huanacastle**).

CASA ALVIRA

Adicionalmente, al no encontrarse ninguna especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del predio, la implementación del proyecto no se contrapone a lo establecido por la normativa mexicana en materia de protección ambiental.

14.3.2 Fauna

Para la estimación de la diversidad faunística del predio se utilizaron los resultados obtenidos del estudio de fauna realizado exprofeso, y que se mencionan en el **Capítulo VI, Apartado 6.5 Caracterización de la fauna silvestre**, que incluye la riqueza y frecuencia relativa de vertebrados terrestres presente en el predio donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, las estimaciones de diversidad y las especies endémicas y protegidas registradas.

En términos generales podemos decir que las comunidades de vertebrados terrestres en el predio del proyecto *Casa Alvira*, al igual que en la microcuenca presentan una alta diversidad de fauna, no obstante, el predio presentó valores más altos con relación al número de especies observadas, riqueza, diversidad específica y equidad, así como una menor dominancia, y su grado de similitud, según el índice de Jaccard, nos indica que comparten ambas áreas un 31% de las especies. Así pues, en el predio existe una mayor diversidad de fauna, sin embargo, se registraron 6 especies exclusivas al predio, de las cuales tres corresponden a aves, una a mamíferos y dos a reptiles, situación que deberá tenerse en cuenta, en especial, para aquellas especies de lento desplazamiento o distribución limitada durante la ejecución del proyecto (**Capítulo VII, Apartado 7.2 Comparación de la diversidad y estructura de las comunidades de vertebrados terrestres entre el predio *Casa Alvira* y la microcuenca**).

En *Casa Alvira* se obtuvo un total de 6 especies de aves registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (5 sujetas a protección especial y 1 amenazada), 5 que se encuentran en alguna categoría CITES y un endemismo. De la clase de los mamíferos, 1 especie en categoría CITES. Para herpetofauna, 2 especies están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 sujeta a protección especial y 1 amenazada) y 2 especies son endémicas (Tabla XIV-4). Una gran cantidad de estas especies se encuentran en las dos escalas de estudio, no obstante, destacan las siguientes especies por haberse observado únicamente en el área de estudio *Casa Alvira* (Tabla XIV-4). En el caso de las aves tenemos: *Deltarhynchus flammulatus*; Copetón piquiplano, ave sujeta a protección especial; *Geothlypis tolmiei*; Chipe cabecigrís de Tolmie que se encuentra amenazada (A), y *Passerina ciris*; Colorín siete colores, sujeto a protección especial. En cuanto a mamíferos únicamente *Nasua narica*; tejón se encuentra en el apéndice III de CITES. De la herpetofauna la *Boa Constrictor* es una especie amenazada y *Aspidoscelis lineattisumus* está sujeta a protección especial (Tabla XIV-4).

No obstante, considerando que el propietario prevé la preservación de una superficie estimada de 00-66-86.08 ha identificados en el presente estudio como "zona de reserva" (64 % de la superficie total del predio), donde además se realizarán actividades de reforestación y medidas de conservación del suelo y agua, y que, además, aproximadamente el 42% de la superficie máxima sujeta a cambio de uso de suelo (2,260 m²) será restaurado, se concluye que a pesar del cambio de uso de suelo el predio continuará proporcionando los servicios ambientales requeridos para la continuidad de estas especies.

CASA ALVIRA

Tabla XIV-4. Especies con algún grado de endemismo y protección presentes en las áreas de *Casa Alvira* y ERC

Nombre científico	Nombre común	NOM 059	CITES	Endemismo	Alvira	ERC
Avifauna						
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo		II		X	X
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	II		X	X
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca hermosa carinegra			E		X
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Picamaderos piquiclaro	Pr			X	X
<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano			Cuasi E		X
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí piquiancho		II	Semi E		X
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda mexicana		II	E	X	X
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Copetón piquiplano	Pr			X	
<i>Empidonax difficilis</i>	Atrapamoscas occidental			Semi E		X
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr	II		X	X
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero		II		X	X
<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito catarino	Pr	II	E		X
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe cabecigrís de Tolmie	A			X	
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero cariamarillo			E		X
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño			E		X
<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Pr			X	
<i>Pheugopedius felix</i>	Chivirín feliz			E		X
<i>Setophaga nigrescens</i>	Reinita Gris			Semi E		X
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Chivirín sinaloense			E		X
<i>Trogon citreolus</i>	Trogón citrino			E		X
<i>Turdus rufopalliat</i>	Mirlo dorso rufo			E		X
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común		II			X
<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo dorado			E		X
Mastofauna						
<i>Nasua narica</i>	Tejon o Coati		III		X	
<i>Peromyscus perfulvus</i>	Ratón Pantanero			E		X
Herpetofauna						
<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis pañuelo del Pacífico			E	X	X
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije cola azul	Pr		E	X	
<i>Boa Constrictor</i>	Boa	A			X	

14.4 Captura de carbono

Los bosques en pie almacenan enormes cantidades de carbono, y aquellos en crecimiento capturan carbono de la atmósfera.

El cambio climático (el calentamiento global) hace unos pocos años se descartaba como algo poco probable, pero hoy en día se lo reconoce cada vez más como algo real y peligroso. Este fenómeno es en parte el resultado del efecto de invernadero, que deviene de la acumulación de gases con efecto invernadero (GHG) en la atmósfera (incluyendo al bióxido de carbono (CO₂), al metano (CH₄) y otros compuestos.

Se sabe que los bosques juegan un papel importante en la regulación del clima global. Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para

CASA ALVIRA

elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Las plantas de madera de larga vida almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos hasta su muerte, cuando empiezan a descomponerse. Después, pueden liberar el carbono de su madera a la atmósfera en forma de bióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), o de metano (CH₄), éste puede integrarse al suelo como materia orgánica.

Para el cálculo del contenido de carbono en la superficie forestal donde se efectuará el CUSTF se procedió a la determinación de las existencias reales totales calculadas en el predio. Se optó por utilizar el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático modificado por Fragoso (2003)¹ con sus respectivas aplicaciones al proyecto de acuerdo con lo indicado en la Tabla XIV-5.

Tabla XIV-5. Metodología para la estimación del carbón almacenado en el área sujeta al cambio de uso de suelo en el predio *Casa Alvira*

Columna	Concepto y/o descripción del proceso
2	Estimación de la superficie total (ha) ocupada por comunidad vegetal
3	Cálculo del volumen en metros cúbicos rollo por hectárea para cada comunidad vegetal
4	Factor de densidad para coníferas 0.49 y 0.60 para latifoliadas (toneladas de materia seca/m ³)
5	Factor de contenido de carbono 0.45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca)
6	Cálculo de biomasa (tonelada de carbono/ha) mediante la multiplicación de las columnas 3, 4 y 5.
7	Bs, factor de expansión correspondiente al crecimiento de raíces (1.3 toneladas de Carbono/ha)
8	Obtención de las toneladas de carbono por hectárea para cada comunidad vegetal y para la superficie forestal considerada en el proyecto, multiplicando las columnas 6 y 7.
9	Obtención de las toneladas de carbono almacenadas en cada comunidad vegetal y para la superficie forestal considerada en el proyecto, multiplicando las columnas 2 y 8.
10	Edad promedio de las comunidades vegetales.
11	Potencial de captura de carbono por comunidad vegetal por hectárea por año, dividiendo la columna 9 entre 10.

Una vez aplicada la metodología anterior, los resultados arrojaron que la cantidad total de carbono presente en la vegetación leñosa, en los diferentes estratos horizontales en que se categorizó el terreno, ronda las **1.6567** toneladas (Tabla XIV-6). Asimismo, con base en la edad promedio de la vegetación se proyectó una estimación de la captura potencial promedio de carbono total de 0.0663 toneladas por hectárea al año.

Tabla XIV-6. Estimación de carbón almacenado en el área sujeta al cambio de uso de suelo

Columna	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Estrato	Sup. (ha)	Exist. Reales. (m ³ rta/ha)	Factor de densidad (Ton C/Ton mat. seca)	Factor Cont. de C	Biomasa (Ton C/ha)	Factor de exp. BS/ha	Ton C/ha	Ton C totales	Edad prom.	Pot. Captura C/ha/año
Casa Alvira	0.2260	20.8846	0.6000	0.4500	5.6388	1.3000	7.3305	1.6567	25	0.0663

¹ Fragoso, P. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio Cerro Grande municipio de Tancitaro. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. México 66 p.

Capítulo XV

Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que ser verán afectados por el Cambio de uso de suelo se mantenga

Contenido

CAPITULO XV. ANALISIS QUE DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AFECTADOS POR EL CUSTF SE MANTENGA.....	256
15.1 Análisis que demuestra el mantenimiento de la diversidad florística	256
15.2 Análisis que demuestra el mantenimiento de la biodiversidad faunística.....	262
15.3 Análisis de la afectación al recurso agua	266
15.4 Análisis del proceso de la pérdida de suelo.....	267
15.5 Análisis del proceso de captura de carbono.....	269
15.6 Análisis social del municipio de Bahía de Banderas	270
15.7 Análisis económico del municipio de Bahía de Banderas.....	275
15.8 Inversión del proyecto	277
15.9 Conclusiones.....	277

CAPITULO XV. ANALISIS QUE DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AFECTADOS POR EL CUSTF SE MANTENGA

En el presente apartado se retoman los resultados presentados en el **Capítulo VII, *Análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales***, y se hace la discusión que demuestra que una eventual intervención del área del proyecto no pone en riesgo la biodiversidad presente. Así mismo, el análisis de la justificación del CUSTF propuesto se extiende a los componentes suelo y agua (retomando los resultados presentados en el **Capítulo VIII, *Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal***), y socioeconómico, a escala municipal (población, cobertura de servicios básicos, número de unidades económicas, indicadores por sector, personal ocupado, remuneraciones, producción bruta) y del proyecto (inversión y empleos). El capítulo concluye con la discusión de los resultados presentados.

15.1 Análisis que demuestra el mantenimiento de la diversidad florística

Sembrado del proyecto y superficie de afectación con relación al tipo de vegetación presente.

En la Figura XV-1 se ilustra la zona de aprovechamiento (área sujeta al cambio de uso del suelo) y la capa de flora derivada de la Carta de Recursos Forestales Conafor-Inegi 2015. El tipo de vegetación presente en el Área del Proyecto es Selva Mediana Subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa).

La *zona de aprovechamiento (área sujeta al cambio de uso del suelo)*, ilustrado en rojo en la Figura XV-1 tendrá una superficie máxima de 2,260.00 m², de la cual, sólo el 58% serán afectados por obras permanentes. El 42% restante se integra por una *superficie de intervención temporal* que puede o no ser desmontada en su totalidad y que funcionará como una zona de amortiguamiento alrededor de los elementos arquitectónicos; se integra por la superficie que será afectada por movimiento de tierras y aquella necesaria para llevar a cabo las maniobras de trabajadores y maquinaria. La *superficie de intervención temporal* que eventualmente sea aprovechada será llevada a su condición original mediante actividades de repoblación, y en caso de ser necesario, también de restauración.

Dicho aprovechamiento forestal implica la remoción máxima de 92 individuos (38% del total), que representan un área basal de 3.32775 m² (40% del total) y un volumen de 8.3872 m³ r. t. a. (39% del total calculado). De las 19 especies presente en el terreno, solamente se aprovecharán seis (en orden descendente): *Jatropha ortegae*, *Ateleia standleyana*, *Bursera simaruba*, *Bourreria superba*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Acacia macracantha*.

Como se ve en la Figura XV-1, la *zona de aprovechamiento* se ubica en la parte alta del terreno, esto con la finalidad de aprovechar las vistas panorámicas que ofrece su ubicación.

CASA ALVIRA

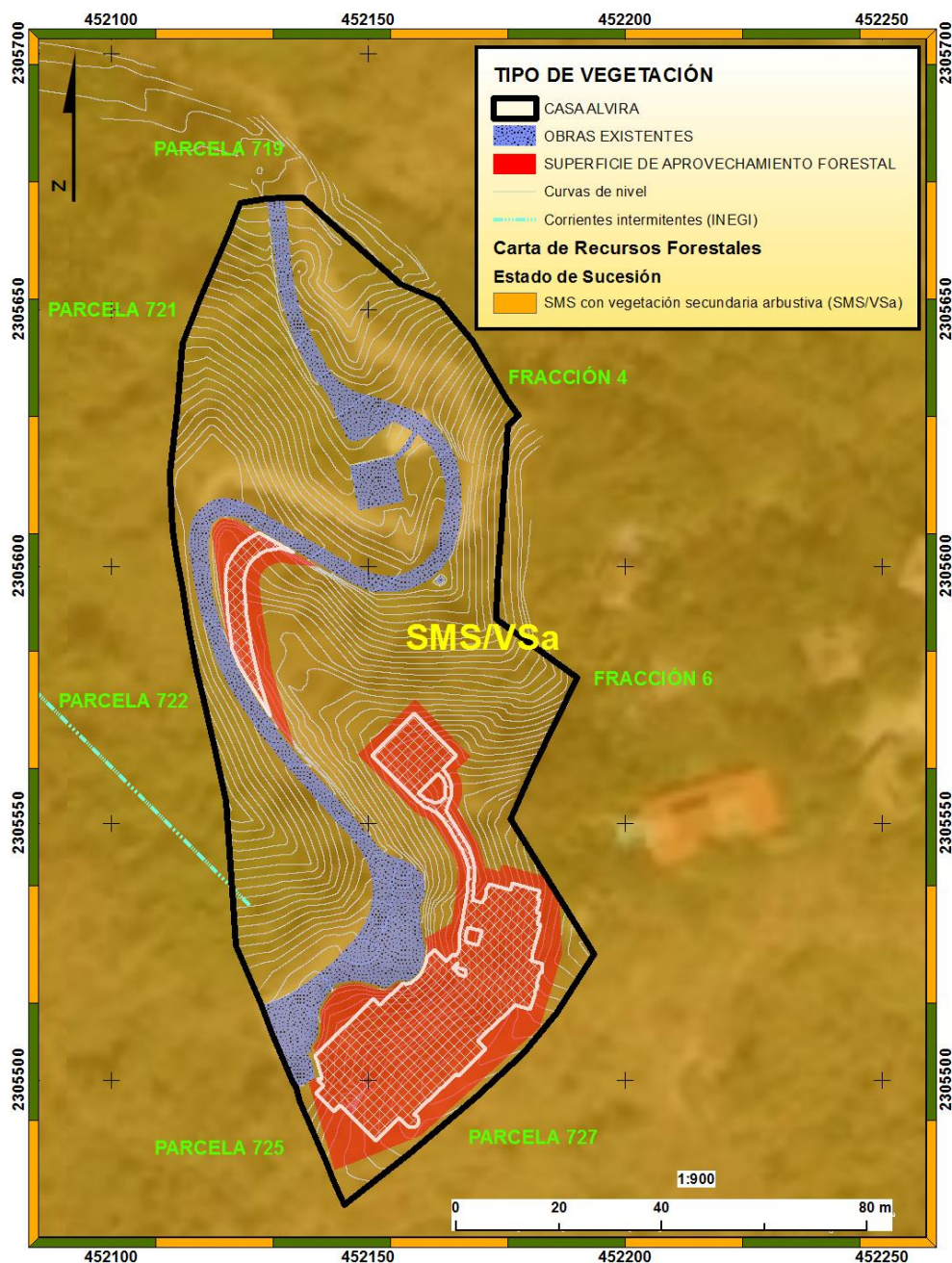


Figura XV-1. Sembrado del proyecto respecto del tipo de vegetación presente en el predio

No se afecta la riqueza, composición y estructura florística

A partir del muestreo de la vegetación realizado en 20 sitios localizados en la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle y en 2 sitios en el predio *Casa Alvira* es posible confirmar que los sitios de selva mediana subcaducifolia considerados en este estudio representan un subconjunto de la selva mediana subcaducifolia reportada previamente para la región en otros estudios (Téllez 1995; Ramírez y Cupul 1999; Tejero-Díez et al. 2008; Bravo-Bolaños et al. 2013, 2016). Es decir, al igual que en trabajos previos, este estudio documentó la dominancia de *Brosimum alicastrum*, *Attalea guacuyule*, *Bursera simaruba* y

CASA ALVIRA

Jatropha ortegae en la selva mediana subcaducifolia. No obstante, la densidad de especies de árboles con un dap ≥ 10 cm y de arbustos reportada en los sitios de estudio (86 especies/ha) resultó ser mayor que la reportada en otros estudios realizados en bosques tropicales estacionales de la región y México (ver Bravo-Bolaños et al. 2016).

Teniendo en cuenta únicamente a las unidades ambientales de estudio, cabe destacar que la selva mediana subcaducifolia de la cuenca hidrológica forestal (CHF) difiere de la muestreada en el predio en algunos aspectos composicionales, estructurales y de diversidad. En términos de composición, la CHF se caracterizó por la predominancia de *B. alicastrum*, *A. guacuyule* y *B. simaruba*, mientras que en el predio *Casa Alvira* predominaron *Ateleia standleyana* y *J. ortegae*. Esto sugiere que la selva mediana subcaducifolia de la CHF está más relacionada con la variante asociada a *B. alicastrum* y *A. guacuyule* descrita por Bravo-Bolaños et al. 2016 y la selva del predio a la variante con *J. ortegae*. A nivel de estrato, el estrato superior en ambos casos se presentó como el más denso y heterogéneo. Los estratos medio y rasante en la CHF fueron relativamente similares en cuanto a la abundancia y riqueza de las especies. Sin embargo, los estratos medio y rasante del predio se mostraron un tanto empobrecidos al contener sólo una especie en cada caso y con valores de abundancia bajos (i.e. 10 individuos en promedio).

En cuanto a la estructura de la vegetación, las especies con mayor importancia ecológica en la CHF fueron distintas a las reportadas en el predio. En la CHF se observa la elevada importancia de *B. alicastrum* y *A. guacuyule* en todos los estratos analizados. A diferencia de la CHF, en el predio la identidad de las especies importantes varió entre estratos. En particular, en el estrato superior las especies más importantes fueron *J. ortegae* y *A. standleyana*. En el estrato medio la especie más importante fue *E. cymosa*, la cual tiene un hábito de crecimiento principalmente arbustivo. En el estrato rasante la especie más importante fue *Bignonia neoheterophylla*, la cual es una especie de liana.

Es de llamar la atención que en los estratos medio y rasante del predio no se observe la presencia de ninguna especie con un hábito estrictamente arbóreo. En contraste, en la CHF elementos arbóreos como *B. alicastrum* y *A. guacuyule* que están bien representados en el estrato superior, también lo están en los estratos medio y rasante. De hecho, su grado de importancia es similar a especies propias de esos estratos, es decir, a especies de arbustos, lianas y hierbas. Estos resultados podrían estar sugiriendo diferencias en el proceso de regeneración del bosque a nivel de la CHF y predio, siendo más limitado en este último caso.

En términos de diversidad, la CHF mostró ser más diversa en especies que el predio. En primera instancia, la CHF tuvo una mayor riqueza de especies que el predio. A nivel global la CHF tuvo una riqueza de especies total de 73, por su parte el predio sólo tuvo 6. Teniendo en cuenta valores promedio, en la CHF se registraron 10 especies por sitio y en el predio 5 especies/sitio. Este patrón de resultados también se replicó a nivel de estrato y considerando otras métricas de diversidad. La riqueza de especies siempre fue mayor en los estratos de la CHF en comparación con los estratos del predio. Por otra parte, considerando los índices de Shannon-Wiener y de Simpson, las comunidades de plantas en la CHF resultaron ser más diversas en especies y con menor grado de dominancia. En contraste, las comunidades del predio son menos diversas y con mayor grado de dominancia. Hay que resaltar que los valores de diversidad más bajos y de dominancia más altos se observaron en los estratos medio y rasante del predio (Tabla XV-1).

CASA ALVIRA

Tabla XV-1. Comparación de los índices de diversidad en los tres estratos muestreados entre la microcuenca La Cruz de Huanacaxtle y el predio *Casa Alvira*

Parámetros	Superior		Medio		Rasante	
	CHF	<i>Casa Alvira</i>	CHF	<i>Casa Alvira</i>	CHF	<i>Casa</i>
Riqueza S	46	5	27	1	30	1
Índice de Shannon-Wiener	3	1.2	2.6	0	2.7	0
Índice de Simpson	0.1	0.4	0.1	1	0.1	1

Las principales causas que podrían explicar la homogénea composición y estructura de la vegetación en el predio, y la menor diversidad de especies con respecto a la CHF probablemente tienen que ver con el esfuerzo de muestreo realizado y con las características propias del predio. En principio, es correcto establecer que, a mayor esfuerzo de muestreo, mayor es el número de especies registrado. Por lo tanto, es de esperarse que al realizarse un mayor esfuerzo de muestreo en la CHF la riqueza de especies (S) sea mayor (22 sitios, 73 especies registradas) que en el predio (2 sitios, 6 especies). No obstante, este supuesto sólo se cumple parcialmente. Por ejemplo, para controlar el efecto de muestreo sobre la riqueza de especies, es posible hacer comparaciones entre la CHF y el predio *Casa Alvira* considerando el valor promedio de especies registradas por sitio. A pesar de controlar el efecto de muestreo, el predio sigue mostrando un valor inferior de riqueza de especies (5) en comparación con la CHF (10), lo cual no se contrapone con la premisa inicial de que el predio es menos diverso que la CHF considerando la riqueza de especies.

Las demás métricas empleadas para medir la diversidad también apoyan el supuesto de que el menor esfuerzo realizado en el predio no es el responsable de observar una menor diversidad en el predio. Primeramente, hay que establecer que los valores de cobertura de la muestra obtenidos para todos los sitios de muestreo en promedio superan el 85% de completitud, lo cual permite hacer una adecuada comparación entre los valores de diversidad observados en los sitios. De esta forma, se confirma que los estratos de vegetación en el predio mostraron valores de diversidad relativamente bajos caracterizados por una diversidad de especies baja y un elevado grado de dominancia. Siendo esto particularmente evidente en los estratos medio y rasante.

Diversas características del predio, así como algunas actividades humanas a las que pudo estar sujeto, parecen haber influido en su composición, estructura y diversidad florística. Particularmente, el predio se encuentra ubicado cerca de la costa (aproximadamente a unos 150 m de distancia) y su terreno abarca la parte baja y alta de un lomerío. Estas condiciones propician un mayor influjo del viento proveniente del océano sobre la vegetación. También, el área donde se establecieron los transectos tiene una exposición de ladera oeste – suroeste, lo cual resulta en una mayor exposición a la radiación solar por parte de la vegetación.

Por una parte, se ha documentado que una mayor exposición al viento puede ocasionar diversas alteraciones fisiológicas en las plantas, afectando su crecimiento y desarrollo (Golberg 2010). Además, dependiendo de su intensidad este puede causar daños mecánicos en las plantas. Esto puede ocasionar eventos de mortalidad y en conclusión moldear la composición y estructura, y disminuir la abundancia y riqueza en los estratos de la vegetación (ver Sánchez-Sánchez e Islebe 1999).

Por otro lado, la pendiente del terreno y la exposición de ladera que tiene el predio pueden limitar el establecimiento de las plantas e incrementar la radiación solar recibida, ocasionando un déficit hídrico en

las plantas debido a mayor temperatura y evapotranspiración (ver Medrano-Meraz et al. 2017). Como ya se mencionó, las actividades humanas realizadas dentro y cercanas al predio podrían haber influido en la perturbación de la vegetación que se observó. Dentro del predio se logró observar la presencia de pequeñas brechas usadas para el tránsito de las personas. El establecimiento de estas brechas pudo haber implicado la remoción de una parte de la vegetación, particularmente de los estratos medio y rasante. Adicionalmente, la parte oriental del predio colinda con un conjunto residencial y esto podría estar influyendo en la vegetación del predio. Por ejemplo, Popradit *et al.* (2015) reportaron que existe una relación inversa entre el límite de los establecimientos humanos y las plántulas en el bosque, siendo estas últimas menos abundantes y diversas entre el límite del bosque y los establecimientos humanos. Una de las posibles causas de la disminución de las plántulas cerca de los establecimientos humanos es atribuida a los efectos de borde (es decir, a las alteraciones bióticas y abióticas que ocurren en los límites abruptos entre dos coberturas de suelo) (Popradit *et al.* 2015).

De este modo, a manera de conclusión, se puede afirmar que la riqueza, composición y estructura florística de la microcuenca y la del predio Casa Alvira, si bien corresponden a la selva media subcaducifolia en sus diversas variantes identificadas en la región, difieren significativamente entre sí debido, posiblemente, a disturbios antrópicos y naturales, así como a particularidades en los atributos físicos del predio bajo estudio (tipo de suelo, exposición, distancia a la costa, etc.). No obstante lo anterior, la superficie sujeta a cambio de uso de suelo representará, a lo sumo, un 22% de la superficie total del Predio *Casa Alvira*, donde la superficie restante se mantendrá como *zona de reserva*, en sus condiciones naturales, salvo por la superficie ocupada por las obras existentes. Por lo anterior, se puede afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no supone un riesgo para la biodiversidad florística de la región y del predio del proyecto.

Mantenimiento de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Únicamente se registraron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010, 2019) en la CHF, las cuales son *A. guacuyule* y *Sapium macrocarpum*. Aunque dentro de los transectos establecidos en el predio no se registró ninguna especie protegida, sí es posible observar a *A. guacuyule* y *S. macrocarpum* en otras áreas del predio. Este hecho se debe a que estas especies son muy poco abundantes en el predio y por lo tanto la probabilidad de registrar su presencia dentro de un muestreo es baja. Es importante mencionar que estas especies se distribuyen en la *zona de reserva* propuesta dentro del proyecto, por lo que el mantenimiento de estas especies no está comprometido por la realización de este.

Respecto de las especies registradas exclusivamente en el predio, i. e. *A. standleyana* y *Euphorbia cymosa*, las condiciones ambientales prevalecientes en el predio podrían ser un factor importante para la presencia de estas especies. A partir de la revisión del material depositado en herbarios se pudo saber que estas especies habitan comúnmente en lugares relativamente secos y en pendientes rocosas. Considerando que estas características prevalecen en el área donde se establecieron los transectos, es posible que esto sea el factor que determina la presencia de estas especies en el lugar. Por su parte, en la CHF estas condiciones no se observaron en ninguno de los transectos de estudio y esto puede explicar el motivo de la ausencia de estas especies en el área. En particular, la distribución de *A. standleyana* y *E. cymosa* nos indica que ambas especies se encuentran tanto en el área sujeta a cambio de uso de suelo

CASA ALVIRA

como en la zona de reserva que no será intervenida, por lo tanto, esas especies no se verán afectadas por la realización del proyecto.

Todo lo anterior, sumado al Programa de rescate y reubicación, y reforestación propuesto como medida de compensación, mantendrá la estructura de las poblaciones y asegurará la diversidad florística dentro del predio del proyecto.

Compensación por los individuos y volumen de materia prima a remover

El cambio de uso del suelo en una superficie de 2,260.00 m² implica una remoción máxima estimada de **92 individuos de 6 especies arbóreas y un volumen de 8.3872 m³ r. t. a. (Capítulo IX, Apartado 9.2.2 Volúmenes a remover y residual en el predio Casa Alvira)**. No obstante, considerando que sólo el 58% de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo será destinada para obras permanentes (*superficie de intervención permanente* del predio Casa Alvira, 1,310.10 m²), y que el 42% restante podrá o no ser desmontada en su totalidad, el número de individuos y el volumen de materia prima a remover podrá variar entre el 58% y 100% del total estimado. Incluso podría ser menor ya que al momento del trazo en campo al hacer una valoración específica para cada elemento que integra el conjunto arquitectónico con relación a los elementos arbóreos presentes en su área proyectada, se podrán hacer ligeros ajustes, de tal modo que tales adecuaciones como giros, desplazamientos, habilitación de jardineras, etcétera, posibiliten la conservación del mayor número de individuos en pie.

Así pues, aunque el componente flora tendrá una afectación negativa severa de efecto localizado e inmediato, con un impacto permanente e irreversible en el 58% de la superficie y temporal y reversible en un 42% de la superficie, no se generará un daño al ecosistema, es decir, no desencadenará un desequilibrio ecológico en la diversidad, composición y estructura florística del predio.

Además de lo mencionado en los párrafos anteriores, y teniendo presente la naturaleza del impacto derivado del retiro de la vegetación, se elaboró un documento que establece las directrices para llevar a cabo actividades de repoblación al interior del predio como principal medida de compensación (anexo al presente DTU):

- Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto “Casa Alvira”. Documento en el que se desarrollan los procedimientos para los trabajos de rescate y reubicación de plantas y su mantenimiento; se describen las especies, las características y el volumen de individuos a rescatar o adquirir; la ubicación y característica del sitio que servirán como lugar de crecimiento temporal y plantación, la densidad de plantación, el programa de actividades, así como los indicadores de éxito de las actividades del programa. Como resultado, se pretende el rescate (primordialmente de ejemplares juveniles) y adquisición de un total de 184 individuos que serán establecidos dentro del predio. Así mismo, para considerar que el programa ha sido exitoso se espera observar que el porcentaje de supervivencia en la plantación sea mayor al 85% al concluir las acciones del programa. El horizonte de planeación del presente programa es de 3 años

En suma, sin obviar que la magnitud del retiro de la vegetación representa un impacto ambiental significativo, de ninguna manera generará un daño grave al ecosistema local ya que no se propicia la

pérdida de uno o varios elementos ambientales, ni afecta su estructura o función ni modifica sus tendencias evolutivas o sucesionales. Por otro lado, la principal medida de compensación propuesta considera la reposición de las especies que serán afectadas, y otras propias del ecosistema en el que se encuentran comprendidas –selva mediana subcaducifolia-, por lo que, en vista de los elementos aportado se puede afirmar que el cambio de uso de suelo en la zona de aprovechamiento no supone un riesgo para la diversidad florística de la región ni del predio.

15.2 Análisis que demuestra el mantenimiento de la biodiversidad faunística

Tipo de vegetación presente, acomodo del proyecto y sentido de avance de las actividades de desmonte con relación al desplazamiento de fauna.

Como ya se explicó en el apartado anterior, el tipo de vegetación presente en el predio es la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva (SMS/VSa). Así mismo, la *zona de aprovechamiento (área sujeta al cambio de uso del suelo)*, tendrá una superficie máxima de **2,260.00 m²**, de la cual sólo el 58% será afectado por obras permanentes; el 42% restante se integra por una *superficie de intervención temporal* que puede o no ser desmontada en su totalidad y que funcionará como una zona de amortiguamiento alrededor de los elementos arquitectónicos, misma, que cuando sea intervenida, será sujeta a actividades de restauración y repoblación, de tal modo que en el futuro pueda integrarse a la *zona de reserva*.

Con relación al desplazamiento de fauna una vez iniciadas las actividades de cambio de uso de suelo y hasta la operación del proyecto, se espera que se mantenga la conectividad entre la zona de reserva del predio y sus áreas adyacente para mantener el movimiento natural de fauna y de este modo reducir los efectos sobre el paisaje y la fragmentación y aislamiento del ecosistema.

Las actividades de desmonte se ejecutarán siguiendo un sentido estricto de avance en un solo frente de trabajo, del límite Sur hacia el Sureste y luego al Norte (flechas amarillas de la Figura XV-2). Dicho avance coincide con el sentido del ahuyentamiento y desplazamiento al que se tratará de inducir a la fauna con vaguidad, es decir, se tratará de empujar a los individuos que eventualmente se ubiquen en el área sujeta al cambio de uso de suelo hacia las porciones Este, Norte y Oeste, donde los predios vecinos mantienen sus condiciones naturales de cobertura. Con ello se provocaría un desplazamiento progresivo de la fauna.

En consecuencia, los ejemplares desplazados se moverán desde las zonas que serán intervenidas hacia los estratos de vegetación aledaños que conforman la *zona de reserva* y terrenos naturales adyacentes (flechas verdes de la Figura XV-2). Así mismo, puesto que el cercado del predio es de hilos de alambre, se mantendrá la libre circulación de la fauna entre los predios vecinos y el área del proyecto.

De este modo se demuestra que tanto la configuración de los componentes arquitectónicos, como el mantenimiento de la conectividad natural entre el predio *Casa Alvira* y las áreas adyacentes que sustentan vegetación nativa, durante todas las etapas del proyecto, proporcionarán cobertura vegetal, agua y recursos alimentarios, necesarios para el mantenimiento de la fauna local.

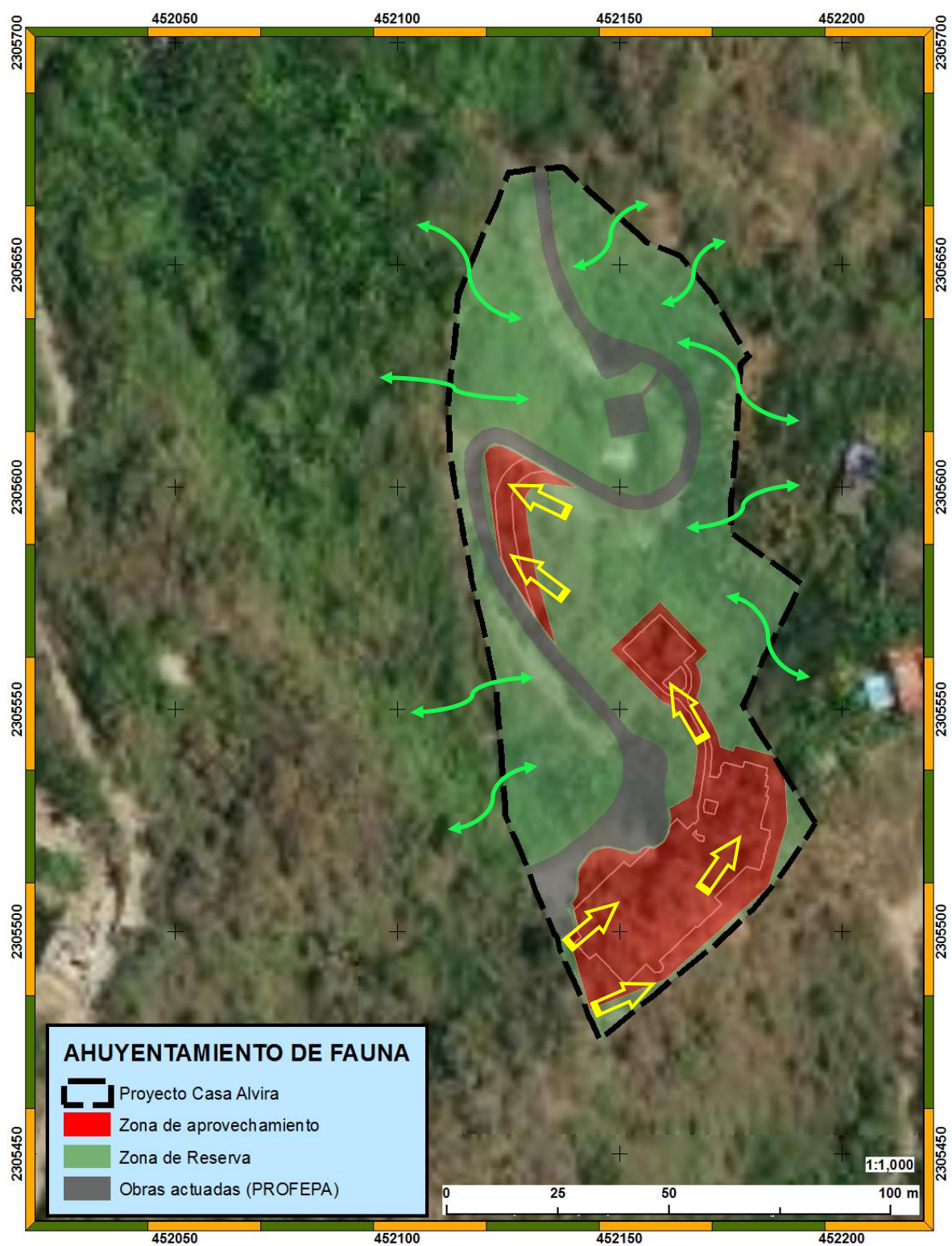
CASA ALVIRA

Figura XV-2. Las flechas amarillas señalan el sentido de avance de las labores de desmonte al momento de su ejecución, y a su vez, también la dirección del desplazamiento de la fauna que eventualmente será ahuyentada del área de intervención. Las flechas verdes muestran el desplazamiento de fauna local una vez que el proyecto esté en operación.

CASA ALVIRA

Riqueza, composición y estructura faunística

Al comparar los resultados obtenidos del análisis faunístico se obtuvo que de las 74 especies que se registraron de manera global, en las dos escalas del proyecto (*Casa Alvira* y ERC), 23 especies fueron compartidas. Lo anterior representa el 31% del total entre las áreas de estudio. Dentro de estas especies, 21 fueron aves, 1 mamífero y 1 reptil (Tabla XV-2, Figura XV-3).

Tabla XV-2. Riqueza y especies compartidas en EP y ERC.

Grupo taxonómico	Total de especies	Especies en Casa Alvira	Especies en ERC	Especies compartidas en Casa Alvira y ERC (valor en %)
Avifauna	62	43	40	21 (34%)
Mastofauna	6	5	2	1 (17%)
Herpetofauna	6	5	2	1 (17%)
Total	74	53	44	23 (31%)

El valor en % mostrado representa el porcentaje de las especies compartidas entre las áreas de estudio para cada grupo taxonómico.

Comparativo diversidad Casa Alvira vs ERC

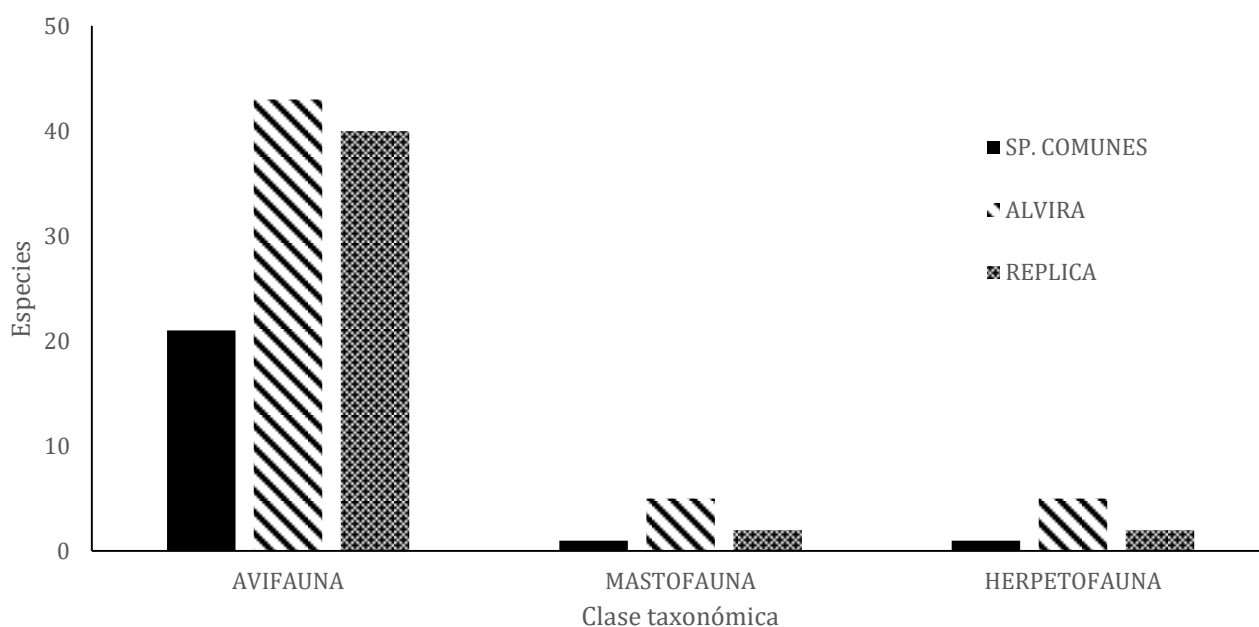


Figura XV-3. Valores de riqueza y especies comunes en *Casa Alvira* y ERC desglosado por grupo taxonómico.

Respecto a las especies exclusivas en el predio *Casa Alvira*, se registró un total de 29 especies. De ellas, 21 especies corresponden a aves, cuatro a mamíferos y cuatro a reptiles. Además, las especies exclusivas en conjunto tuvieron un conteo de 153 registros, lo que representa el 51% de todos ellos.

Por otro lado, los valores de diversidad estimados en el Estudio en *Casa Alvira* y el Estudio Réplica en Cuenca (ERC) mostraron que ambos sitios presentan una alta biodiversidad de fauna con $D_{Mg} > 8$ y $H' > 3$. No obstante, el predio presenta valores más altos en el número de especies observada (53), de riqueza ($D_{Mg} = 9.12$), diversidad específica ($H' = 3.54$) y equidad ($J' = 0.96$), así como una menor dominancia de

CASA ALVIRA

especies ($\lambda = 0.04$). En cuanto al grado de similitud de especies entre las áreas de estudio, con base en el índice de Jaccard podemos decir que estas comparten el 31% de las especies (Tabla XV-3).

Tabla XV-3. Comparativo de los índices de diversidad calculados para la comunidad de fauna entre *Casa Alvira* y ERC

Índice	<i>Casa Alvira</i>	ERC
Margalef (D_{Mg})	9.12	8.18
Shannon-Wiener (H')	3.54	3.29
Equidad de Pielou (J')	0.96	0.93
Simpson (λ)	0.04	0.075
Jaccard (I_j)	0.31	

Tanto en la microcuenca como en el predio se presentaron especies de fauna pertenecientes a órdenes muy diversos y ecológicamente exitosos, como lo son los Passeriformes, Squamata y Carnívora, lo que revela que la selva mediana subcaducifolia es un componente importante para su presencia y esto tiene sentido debido a que las comunidades animales están íntimamente asociadas con la vegetación ya que dependen de ella, como lo sugieren diversos estudios.

Sobre algunas especies en particular, destaca la presencia en ambas áreas de estudio, *Artibeus lituratus*, por ser un murciélago frugívoro que tiene un papel ecológico importante por su gran capacidad de diseminación de semillas al recorrer grandes distancias en busca de los recursos alimenticios. No se registraron depredadores de talla grande o depredadores tope en ambas áreas de estudio, ni mesodepredadores carnívoros en la microcuenca, esto puede deberse a una baja abundancia por las grandes dimensiones de sus ámbitos de acción ya que el grupo de mamíferos no presenta dominancias lo que sugiere que sus poblaciones están controladas. Para el área del predio si se registraron especies de – mesodepredador omnívoro- *Nasua narica* y *Procyon lotor*, siendo estos generalistas. Finalmente, del grupo de herpetofauna las especies registradas fueron en su totalidad del orden Squamata.

Así pues, respecto a la evidencia empírica presentada se pueden hacer diversas reflexiones. En primer lugar, el hecho de que algunas especies (29 de 74, el 55% del listado total a escala predial) no se hayan registrado en el muestreo a escala microcuenca no significa que no estén presentes, sino que muy posiblemente por su valor de importancia ecológica baja no fueron detectadas.

En segundo lugar, respecto de la comparación de los resultados obtenidos en las dos escalas de estudio, se determinó que el predio *Casa Alvira* tiene diversidad muy similar a aquella de la microcuenca, aunque ligeramente más rico, diverso y equitativo que aquel; así mismo, su grado de similitud, según el índice de Jaccard, nos indica que ambas áreas comparten apenas el 31% de las especies. Esto explicaría porque se tienen 29 especies exclusivas al predio, algunas de ellas de lento desplazamiento o distribución limitada.

En tercer lugar, que el área sujeta a cambio de uso de suelo representa el 22% de la superficie total del predio, la superficie restante del predio, excluyendo aquella superficie ocupada por las obras existentes, permanecerá sin intervención. Con ello, el predio continuará fungiendo como un sitio de refugio para estas especies de fauna silvestre.

Para hacer frente a tales hallazgos, entre las conclusiones del estudio de fauna se estableció el diseño e implementación de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre con el objetivo de reubicar ejemplares susceptibles de rescate y que habitan en el área de afectación del proyecto. El documento elaborado adjunto al presente DTU denominado “Programa de rescate y conservación de fauna silvestre

CASA ALVIRA

afectada y su adaptación al nuevo hábitat”, contiene las i) técnicas de ahuyentamiento, trampeo y manipulación de la fauna, ii) desplazamiento, iii) registro de especies rescatadas, iv) transporte, y v) liberación de fauna capturada, entre otros.

Sumado a la ejecución del programa arriba citado y con la finalidad de complementar los esfuerzos de conservación, las áreas de intervención temporal serán repobladas y/o restauradas en el menor tiempo posible, en especial aquéllas próximas a la huella del proyecto y en donde la vegetación nativa -selva mediana subcaducifolia- no será alterada, para mantener la movilidad de las especies, principalmente terrestres.

De este modo, y aun teniendo presente el impacto ambiental significativo derivado del retiro de la vegetación sobre el componente fauna, se puede afirmar que la diversidad faunística se encuentra bien representada en las dos escalas del estudio realizado, con el añadido de las diversas acciones establecidas en el programa de rescate y conservación, las cuales atenuarán las posibles afectaciones a la estructura de las poblaciones animales locales, lo que permite afirmar que el cambio de uso de suelo en la zona de aprovechamiento no supone un riesgo para la diversidad de fauna a escala predial y en la microcuenca.

Especies de fauna vulnerables presentes en el predio Casa Alvira

En cuanto a especies en riesgo catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre la fauna registrada durante el estudio, destacan las siguientes especies por haberse observado únicamente en el predio *Casa Alvira*: *Deltarhynchus flammulatus*; Copetón piquiplano, ave sujeta a protección especial; *Geothlypis tolmiei*; Chipe cabecigrís de Tolmie que se encuentra amenazada (A), y *Passerina ciris*; Colorín siete colores, sujeto a protección especial. En cuanto a mamíferos únicamente *Nasua narica*; tejón se encuentra en el apéndice III de CITES. De la herptofauna la *Boa Constrictor* es una especie amenazada y *Aspidoscelis lineattisumus* está sujeta a protección especial.

En función de lo anterior y en atención a las recomendaciones de los especialistas en fauna que participaron en la elaboración del estudio faunístico, se elaboró el “Programa de rescate y conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat”. De este modo, se asegurará que las especies con algún grado de vulnerabilidad registradas en el predio se sujeten a actividades de rescate, ahuyentamiento y conservación establecidas en programa en comento, lo que como medida de compensación, mantendrá la estructura de las poblaciones y asegurará dicha diversidad dentro del predio del proyecto.

15.3 Análisis de la afectación al recurso agua

El análisis cuantitativo del impacto del eventual cambio de uso de suelo en las tasas de infiltración del agua se presenta en el **Capítulo VIII, Apartado 8.1**. En primera instancia se plantearon dos escenarios: i) bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal y ii) ante un retiro de la vegetación (desmonte) para el CUSTF. La diferencia entre ambos escenarios fue una disminución de la infiltración en 76.6606 m³/año (Tabla XV-4).

Así mismo dentro del mismo Capítulo, en el **Apartado 8.3**, se hace un comparativo de dicha tasa antes y después de llevar a cabo las actividades de reforestaciones propuestas: Tabla XV-4.

CASA ALVIRA

De este modo, tenemos que la **infiltración acumulada en las áreas de reforestación propuestas**: i) en la *zona de intervención temporal* en una condición hipotética de remoción de vegetación, y ii) en los dos polígonos ubicados en la *zona de reserva*, pasaría de **96.6816 m³/año**, en un escenario previo a la repoblación, a **277.0262 m³/año**, después del establecimiento de ejemplares. Así, entre ambos escenarios, se tendría una ganancia en los volúmenes de infiltración de **180.3446 m³/año**, agua que, en lugar de sumarse a los flujos superficiales, por efecto de la cobertura vegetal penetraría al suelo, recargando los mantos freáticos locales.

Finalmente, para obtener la ganancia neta en los volúmenes de infiltración estimados, se deben considerar las pérdidas calculadas en un escenario de eventual retiro de la vegetación en la superficie de desmonte solicitada frente a las ganancias estimadas derivadas de los programas de reforestación propuestos, operación que arroja como resultado un volumen a favor de **103.6840 m³/año** (Tabla XV-4).

Como estos datos cuantitativos lo demuestran, las actividades de reforestación propuestas por sí solas mitigarán y compensarán los impactos adversos del CUSTF en el proyecto *Casa Alvira* relacionados con las tasas de infiltración. No obstante, a la par de las actividades de repoblación, se contemplan medidas estructurales como la colocación de presas de morillos y cordones de material acomodado, así como otras de manejo que van ligadas al recurso suelo. Consecuentemente, se puede afirmar que la intervención del terreno no pone en riesgo los servicios ambientales que la vegetación forestal ofrece en términos de la cantidad y calidad del agua.

Tabla XV-4. Ganancia neta en los volúmenes de infiltración considerando un eventual cambio de uso de suelo frente a la ejecución de las actividades de reforestación propuestas

	Escenarios			
	Actividades de cambio de uso de suelo		Actividades de reforestación	
	Antes	Después	Antes	Después
Cambio en la infiltración (m³/año)	148.2176	71.5570	96.6816	277.0262
	-76.6606		+180.3446	
Diferencia (m³/año)	+103.6840			

15.4 Análisis del proceso de la pérdida de suelo

El análisis cuantitativo del eventual impacto del cambio de uso de suelo en pérdida de suelo por erosión (hídrica y eólica) se presenta en el **Capítulo VIII, Apartado 8.2**. En primera instancia se plantearon dos escenarios: i) bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal y ii) ante un retiro de la vegetación (desmonte) para el CUSTF. La diferencia entre ambos escenarios fue un aumento de la erosión en 102.0461 ton/ha/año (Tabla XV-5).

CASA ALVIRA

Tabla XV-5. Estimación de los cambios en las tasas de pérdida de suelo en el área sujeta al CUSTF en dos escenarios: i) condiciones actuales y ii) retiro de la vegetación

Escenarios: i) condiciones actuales y ii) Retiro de la vegetación					
Tasas de erosión	Escenarios				Diferencia entre ambos escenarios (ton/ha/año)
	Condiciones actuales (ton/ha/año)		Retiro de la vegetación (ton/ha/año)		
	Hídrica	Eólica	Hídrica	Eólica	
	10.3067	4.2713	82.4537	34.1705	
Acumulada	14.5780		116.6241		+102.0461

De igual manera, dentro del mismo **Capítulo**, en el **Apartado 8.4**, se hace un comparativo de dicha tasa de erosión después de llevar a cabo las actividades de reforestación propuestas en dos escenarios: i) antes de la plantación y ii) después de la plantación (Tabla XV-6).

Tabla XV-6. Estimación de los cambios en las tasas de pérdida de suelo en las áreas de reforestación interna y externa, en dos escenarios: i) antes de la plantación y ii) después de la plantación.

Escenarios	Escenarios			
	Antes de la reforestación (ton/ha/año)		Después de la reforestación (ton/ha/año)	
	Hídrica	Eólica	Hídrica	Eólica
	Antes de la reforestación	82.4537	34.1705	10.3067
	116.6241		14.5780	
Diferencia (ton/ha/año)	-102.0461			

De acuerdo con los datos presentados, en las áreas de reforestación, una vez ejecutadas las actividades de plantación propuestas en el respectivo programa, se retendrán **102.0461 ton/ha/año** más de suelo que en el escenario previo, sin reforestación (después de las actividades de desmonte).

Finalmente, para obtener el balance global en la pérdida de suelo en toneladas/año, se hizo el cálculo de acuerdo con las hectáreas afectadas por el cambio de uso de suelo frente a las que serán reforestadas. De este modo, el aumento en la pérdida de suelo en **23.0624 ton/año** derivado de un eventual retiro de la vegetación en la superficie solicitada para CUSTF: 00-22-60.00 ha (2,260.00 m²), será compensado por la disminución de la erosión en las áreas que serán reforestadas: 00-25-00.00 ha (2,500.00 m²), que globalmente acumulan **25.5115 ton/año**. Así, al hacer el contraste de cifras, se tiene un balance positivo de 2.4491 ton/ha, que equivale a la cantidad de suelo que se dejará de perder (o se retendrá) después de hacer las reforestaciones correspondientes y considerando, así mismo, las pérdidas por las actividades de desmonte (Tabla XV-7).

Tabla XV-7. Balance global entre el valor neto de la pérdida de suelo (ton/año) en un escenario de retiro de la vegetación frente a las estimaciones una vez efectuadas las reforestaciones interna y externa

Tasa de erosión calculada (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Valor neto de la pérdida de suelo (toneladas/año)
Escenario 1. Diferencia entre erosión acumulada actual y frente a las actividades de CUSTF		
+102.0461	0.2260	+23.0624
Escenario 2. Diferencia entre erosión acumulada antes y después de las actividades de reforestación		
-102.0461	0.2500	-25.5115
Balance global (Escenario 1 vs. Escenario 2)		-2.4491

CASA ALVIRA

Como estos datos cuantitativos lo demuestran, las actividades de reforestación propuestas por sí solas mitigarán y compensarán los impactos adversos del CUSTF en el proyecto *Casa Alvira* relacionados con las tasas de erosión hídrica y eólica. No obstante, a la par de las actividades de repoblación, también se tienen consideradas medidas estructurales como la colocación de presas de morillos y cordones de material acomodado, así como otras de manejo que van ligadas con el recurso agua. De este modo se puede concluir que la intervención del terreno no pone en riesgo los servicios ambientales que la vegetación forestal ofrece en términos de protección contra la pérdida de suelo.

15.5 Análisis del proceso de captura de carbono

El análisis cuantitativo de los servicios potencialmente en riesgo en lo que se refiere a la captura de carbono, se presentó en el **Capítulo XIV, Apartado 14.4**, del presente documento. De acuerdo con la metodología utilizada los resultados arrojaron que la cantidad total de carbono presente en la vegetación leñosa en el área sujeta al cambio de uso de suelo ronda las **1.6567** toneladas (Tabla XV-8). Asimismo, con base en la edad promedio de la vegetación se proyectó una estimación de la captura potencial promedio de carbono total de **0.0663** toneladas por hectárea al año.

Tabla XV-8. Estimación de carbón almacenado en el área sujeta al cambio de uso de suelo

Columna	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Estrato	Sup. (ha)	Exist. Reales. (m ³ rta/ha)	Factor de densidad (Ton C/Ton mat. seca)	Factor Cont. de C	Biomasa (Ton C/ha)	Factor de exp. BS/ha	Ton C/ha	Ton C totales	Edad prom.	Pot. Captura C/ha/año
Casa Alvira	0.2260	20.8846	0.6000	0.4500	5.6388	1.3000	7.3305	1.6567	25	0.0663

La forma más común y práctica para la captura de carbono es el establecimiento de plantaciones forestales. El presente proyecto contempla el establecimiento de 2500 m² de reforestación, que en conjunto involucran el establecimiento de 184 individuos propios de la selva mediana subcaducifolia. Si tomamos los datos del volumen promedio por hectárea de la selva mediana subcaducifolia estimados en el Inventario Estatal Forestal de Suelos, Nayarit, 2014 (Inegi-Semarnat 2015): 89.22 m³/ha, en un periodo hipotético de 50 años, podemos hacer una corrida del carbono que potencialmente podrá ser almacenado por las actividades de reforestación propuestas.

La Tabla XV-9 exhibe los resultados obtenidos. Con relación a las toneladas totales de carbono acumuladas, con las actividades de repoblación propuestas, la cantidad se elevaría a más de cuatro veces, respecto del que será retirado con las actividades de desmonte: 1.6567 ton. vs. 7.8098 ton, es decir, se tendrá una ganancia de 6.1531 ton, mismas que serán almacenadas por los nuevos individuos en el mediano plazo, ya que como se sabe la tasa de fijación de carbono por medio de procesos de fotosíntesis es más alta en rodales jóvenes que en rodales maduros (Cadena y Ángeles, 2005). Así mismo, los resultados arrojaron una estimación de la captura potencial promedio de carbono total de 0.1562 toneladas por hectárea al año, lo que es dos veces superior a lo que se dejará de capturar por el retiro de la vegetación forestal propuesta.

CASA ALVIRA

Tabla XV-9. Proyección a 50 años del carbón almacenado en las reforestaciones propuestas

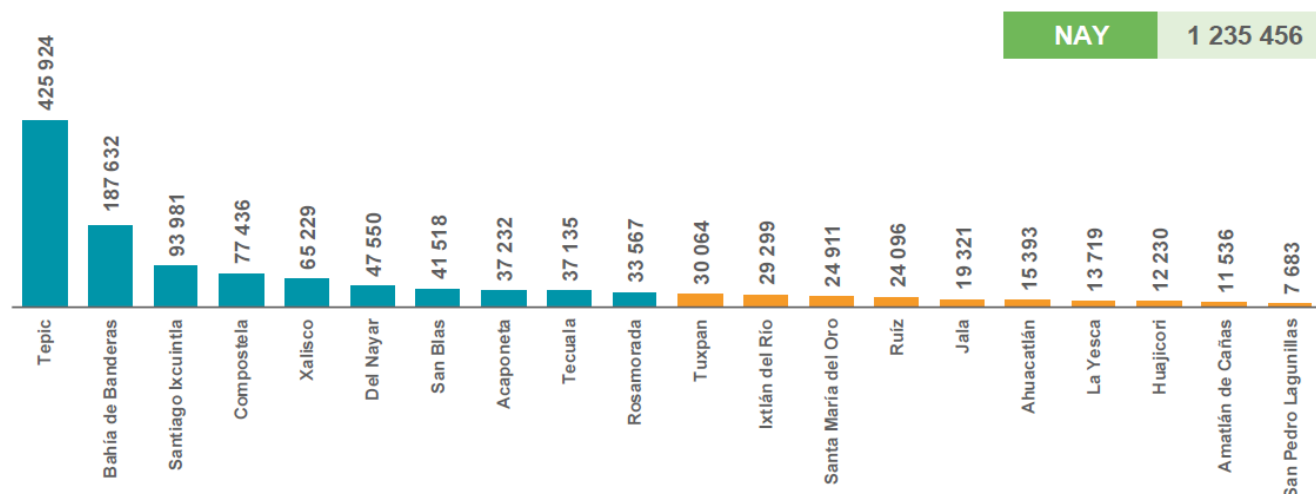
Columna	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Estrato	Sup. (ha)	Exist. Reales. (m ³ rta/ha)	Factor de densidad (Ton C/Ton mat. seca)	Factor Cont. de C	Biomasa (Ton C/ha)	Factor de exp. BS/ha	Ton C/ha	Ton C totales	Edad prom.	Pot. Captura C/ha/año
Reforestación	0.2500	89.0000	0.6000	0.4500	24.0300	1.3000	31.2390	7.8098	50	0.1562

Así pues, aunque la capacidad de almacenamiento de carbono del predio se reducirá tras el retiro de la vegetación, las cifras calculadas demuestran que con las medidas de repoblación propuestas se mitigará en el mediano y largo plazo dicha disminución, incluso, se repondrán y aumentarán, toda vez que la sustitución de la vegetación extraída se hará con individuos juveniles, cuyas tasas de crecimiento son directamente proporcionales a la capacidad de fijación del carbono.

15.6 Análisis social del municipio de Bahía de Banderas

Dimensión de la población

Bahía de Banderas, el municipio en el que se inscribe la Cuenca Hidrológica Forestal de interés: microcuenca La Cruz de Huanacastle. Es el segundo municipio más poblado de Nayarit con 187,632 personas, lo que representa el 15.2% de la población estatal. Es el segundo municipio más poblado de Nayarit, por debajo de Tepic (425,924) y por arriba de Santiago Ixcuintla con 93,981 (Figura XV-4). En estos tres municipios se concentra poco más del 50% de la población total estatal.



Fuente: Presentación de Resultados. Nayarit. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

Figura XV-4. Población por municipio en el estado de Nayarit.

Concentración y dispersión de la población

En el municipio de Bahía de Banderas la población se concentra en la región de la llanura aluvial del Río Ameca. Son cuatro las localidades de más de 15,000 habitantes que concentran el 61% de la población municipal: San Vicente (20.5%), San José del Valle (19%), Mezcales (13%) y Bucerías (8.5%); y 8 localidades de 2,500 a 14,999 habitantes que concentran el 29% de la población. El restante (10%) se encuentra disperso en el territorio municipal en 223 localidades rurales de menos de 2,500 habitantes. De

CASA ALVIRA

los datos históricos puede apreciarse que conforme ha ido creciendo la población ésta se ha ido concentrando en las localidades más pobladas (Tabla XV-10) reduciendo su dispersión. Según datos de INEGI la densidad de población es de 243.3 habitantes por kilómetro cuadrado, es decir, 3.8 veces mayor a la densidad media nacional (64.3 hab/km²).

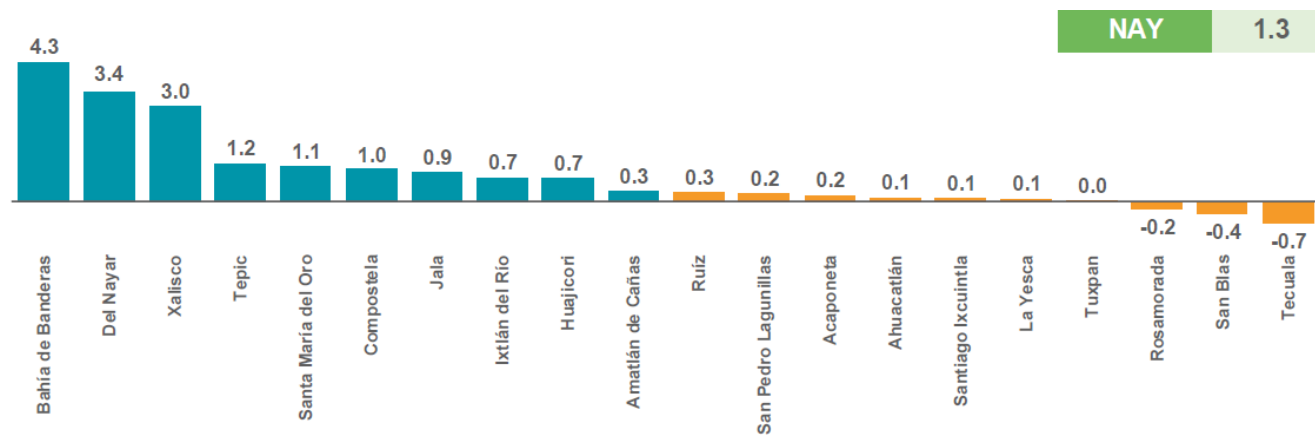
Tabla XV-10. Porcentaje de habitantes por tamaño de localidad para los años 1990, 2000, 2010 y 2020

TAMAÑO DE LOCALIDAD	1990	2000	2010	2020
Menos de 2,500 habitantes	34%	25%	17%	9.5%
De 2,500 a 14,999 habitantes	66% en 6 localidades	75% en 8 localidades	49% en 7 localidades	29.5% en 8 localidades
De 15,000 a 99,999 habitantes	0	0	34% en 2 localidades	61% en 4 localidades

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INEGI de Censos de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010 y 2020.

Dinámica de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento de la población en el municipio de Bahía de Banderas para la última década es de 4.3% anual (Figura XV-5), poco más de tres veces mayor a la media estatal (1.3%) y de la media nacional (1.2%). Es el municipio con mayor tasa de crecimiento en el estado, por arriba de Del Nayar (3.4%) y de Xalisco (3.0%).



Fuente: Presentación de Resultados. Nayarit. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

Figura XV-5. Tasa de crecimiento por municipio

En la microcuenca La Cruz de Huanacastle destacan cinco localidades: La Cruz de Huanacastle, Sayulita, Punta de Mita/Corral del Risco, Higuera Blanca y San Ignacio, las cuales han presentado tasas de crecimiento promedio de 4.0%, 4.2%, 2.9%, 3.5% y 8.3%, respectivamente, por año durante las últimas tres décadas, siendo San Ignacio una de las localidades con mayor crecimiento en el municipio rebasado sólo por las localidades de Mezcales y San Vicente (Tabla XV-11).

CASA ALVIRA

Tabla XV-11. Población por localidad para los años 1990, 2000, 2010 y 2020

LOCALIDAD (TAMLOC)	1990	2000	2010	2020	Crecimiento (1990 y 2020)
San Vicente	2,873	5,776	14,324	38,666	9.1%
San José del Valle	4,438	6,217	22,541	35,486	7.2%
Mezcales	1,402	2,632	20,092	24,309	10.0%
Bucerías	4,019	8,833	13,098	16,161	4.7%
San Juan de Abajo	7,339	8,811	10,442	11,090	1.4%
San Clemente de Lima	-	-	1,021	9,561	
Las Jarretaderas	3,110	4,362	6,262	9,462	3.8%
Valle de Banderas	4,376	5,528	7,666	8,730	2.3%
El Porvenir	1,248	2,914	6,046	6,166	5.5%
La Cruz de Huanacastle	1,293	2,291	3,171	4,169	4.0%
Sayulita	994	1,675	2,262	3,390	4.2%
Punta de Mita / Corral del Risco	1,084	1,597	2,304	2,564	2.9%
Lo de Marcos	1,250	1,418	1,792	2,099	1.7%
Higuera Blanca	603	755	1,360	1,696	3.5%
El Colomo	1,338	1,081	1,476	1,462	0.3%
San Francisco	750	1,090	1,823	1,431	2.2%
San Ignacio	124	190	610	1,362	8.3%
Nuevo Vallarta	180	209	1,302	1,301	6.8%
Mezcalitos	146	503	836	1,064	6.8%
Resto de las localidades	3,264	3,926	5,777	7,463	-
BAHÍA DE BANDERAS	39,831	59,808	124,205	187,632	5.3%
NAYARIT	824,643	920,185	1,084,979	1,235,456	1.4%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INEGI de Censos de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010 y 2020.

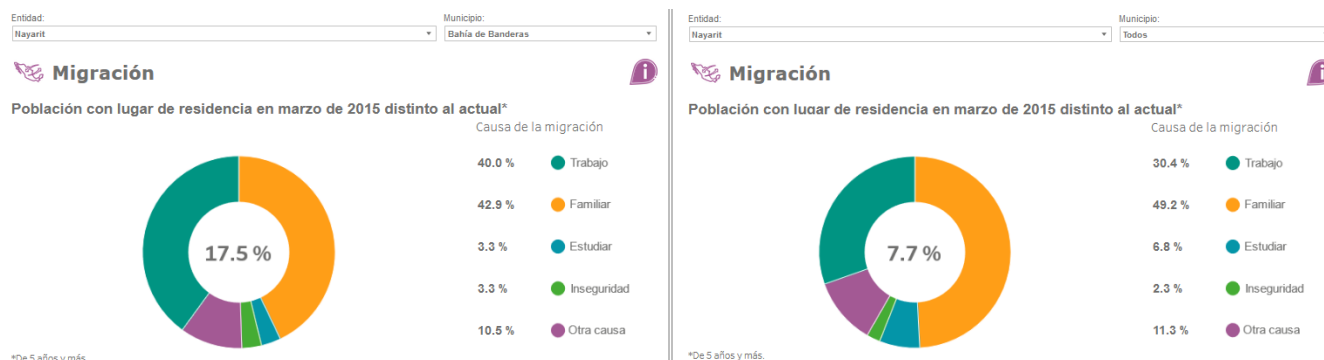
Migración

Bahía de Banderas es el municipio en la entidad con la mayor proporción de población nacida en otro lugar (63%), tres veces mayor a la media estatal 20%, seguido por Amatlán de Cañas (26%) e Ixtlán del Río (20%). También es el municipio en la entidad con la mayor proporción de residentes con menos de cinco años viviendo ahí (17.5%) que han migrado por causa familiar y por trabajo, más de dos veces mayor a la media estatal (7.7%) donde la motivación recae principalmente en la familia más que en el trabajo. Le sigue Xalisco (11.1%), San Pedro Lagunillas (8%) y Amatlán de Cañas (7.9%) con migraciones causadas principalmente por motivos familiares y seguidas por motivos de trabajo. Y finalmente es el municipio en la entidad con la mayor población nacida en otro país (2.1% de su población), seguido por Compostela (2%) e Ixtlán del Río (1.9%) (Figura XV-6).

Población ocupada

Bahía de Banderas es el municipio en la entidad con mayor proporción de población económicamente activa (71.6%) y un 99% de población ocupada. Le siguen Compostela con un 66.5% y 99.1% de población ocupada y la capital Tepic con un 64.3% y 98.5% de población ocupada. Todos estos municipios tienen porcentajes mayores al estatal (62.8% PEA con 98.5% ocupada, y al nacional: 62% PEA con 98.1% ocupada) (Figura XV-7).

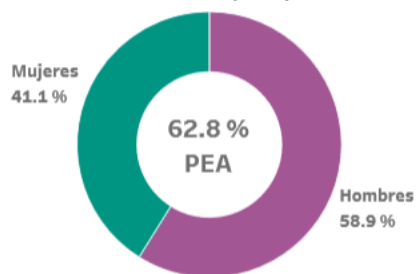
CASA ALVIRA



Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

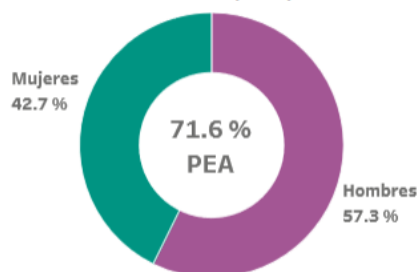
Figura XV-6. Porcentaje de migración. Municipio de Bahía de Banderas (izquierda) y Estado de Nayarit (derecha)

Población económicamente activa (PEA)* en Nayarit



*De 12 años y más.

Población económicamente activa (PEA)* en Bahía de Banderas



*De 12 años y más.

Porcentaje de PEA ocupada



Porcentaje de PEA ocupada



Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

Figura XV-7. Población económicamente activa (PEA) y porcentaje de PEA ocupada.

CASA ALVIRA

Viviendas y ocupantes

En el municipio, al igual que el estado, el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.4. El municipio ocupa el segundo lugar estatal en porcentaje de viviendas habitadas, justo por debajo de Amatlán de Cañas y por encima de La Yesca y San Pedro Lagunillas. No obstante, Bahía de Banderas cuenta con el mayor porcentaje de viviendas de uso temporal (18.5%), justo por arriba de La Yesca (18%), Amatlán de Cañas (15%) y Compostela (14%). En cambio en San Pedro Lagunillas, junto con Jala, tienen alta tasa de viviendas deshabitadas (Tabla XV-12).

Dentro del municipio, destacan por su mayor porcentaje de viviendas de uso temporal Nuevo Vallarta (76%), Sayulita (48%), Lo de Marcos (47%), Punta de Mita (46%), La Cruz de Huanacastle (45%), San Francisco (43%) y Bucerías (30%) (Tabla XV-12).

Tabla XV-12. Viviendas y ocupantes en el Estado de Nayarit y Bahía de Banderas.

Característica	Nayarit	BADEBA
Promedio de ocupantes por vivienda	3.4	3.4
Total de viviendas	482,910	81,630
Porcentaje de viviendas particulares habitadas	75%	67.5%
Porcentaje de viviendas particulares deshabitadas	16%	14%
Porcentaje de viviendas particulares de uso temporal	9%	18.5%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INEGI del Censo de Población y Vivienda 2020.

Cobertura de servicios básicos

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, en Bahía de Banderas, más del 90% de las viviendas en las localidades de 250 y más habitantes tienen cubiertos los servicios básicos de agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica, especialmente en aquellas poblaciones ubicadas en la región de la llanura aluvial del Río Ameca, estando la cobertura por arriba de la media estatal.

Las localidades con menor cobertura de los servicios básicos son aquellas que se encuentran alejadas de la cabecera municipal y de la llanura aluvial del Río Ameca, como lo son las localidades de La Cruz de Huanacastle, Punta de Mita/Corral del Risco, Sayulita, San Ignacio e Higuera Blanca, y en especial aquellas con menos de 250 habitantes.

Conclusiones

La cantidad de población que hoy posee el municipio más joven de Nayarit (decreto de erección, diciembre de 1989) (segundo lugar a escala estatal) junto a su elevada tasa de crecimiento poblacional (casi tres veces mayor a la media estatal), su concentración de habitantes en la llanura aluvial del río Ameca (la cual alcanza densidades de población de hasta 243.3 hab/kilómetro cuadrado), y su alto porcentaje de población nacida en otro estado, resulta atípico con relación a la media estatal y nacional y se explica por el impulso, crecimiento y desarrollo de su vocación de turística con las marcas Vallarta-Nayarit y Riviera Nayarit, y la publicidad como la distinción como Pueblo Mágico otorgada a la localidad de Sayulita que han incrementado la demanda y lo ha hecho un polo de atracción de inversión y de

empleo generando una dinámica de inmigración de adultos en edad productiva, principalmente hombres, y sus familias. Tan sólo en el año 2019 la Riviera Nayarit promedió 12,366 cuartos disponibles con un porcentaje de ocupación del 78% y 2.5 personas por cuarto, recibiendo un total de 1'885,759 turistas nacionales y extranjeros en el año con una estadía de 4.6 días según DATATUR (2019).

El crecimiento poblacional implica la expansión de la mancha urbana a través de la transformación de espacios naturales para usos urbanos ocasionando la reducción de superficies de selvas y bosques, el municipio de Bahía de Banderas no es la excepción, especialmente siendo el municipio con la mayor tasa de crecimiento en el estado.

En el caso que nos ocupa, el proyecto *Casa Alvira*, pretende ejecutarse en un predio de 10,396.08 m², aprovechando la infraestructura existente (obras que suman 1,450 m²), donde se realizaría el cambio de uso de suelo en una superficie máxima de 2,260 m² para la construcción de una casa habitación, preservando en sus condiciones naturales el resto de la superficie del predio (6,686.08 m²).

15.7 Análisis económico del municipio de Bahía de Banderas

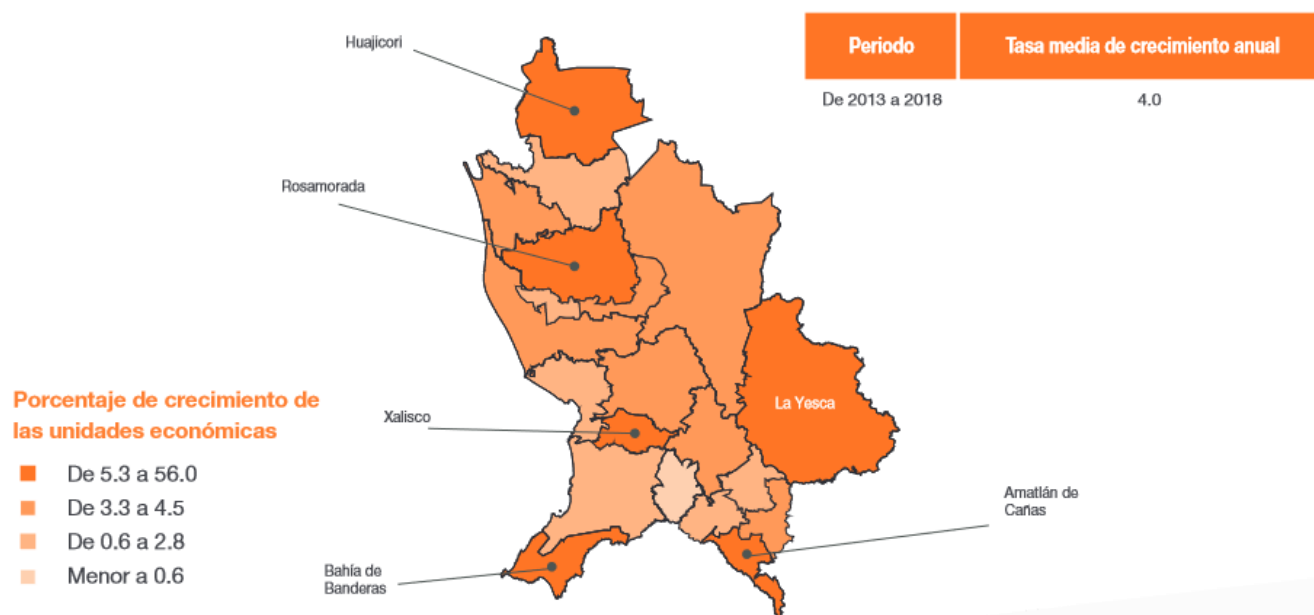
Para describir las características económicas del Municipio de Bahía de Banderas se utilizaron principalmente datos de los resultados definitivos de los Censos económicos INEGI 2019, aunque también se utilizaron aquellos del 2003, 2008 y 2013 para analizar las tendencias de crecimiento económico. Específicamente se utilizaron datos de seis indicadores: Unidades económicas, Personal ocupado total, Total de remuneraciones, Producción bruta total, Valor agregado censal bruto (millones de pesos) y Acervo total de activos fijos.

Cantidad de unidades económicas

Para el año 2018 había en el estado de Nayarit un total de **57,023 unidades económicas** del Sector privado y paraestatal que realizaron actividades de pesca y acuicultura; minería; electricidad, agua y gas; manufacturas; comercio; transportes, correos y almacenamiento; servicios financieros y no financieros; entre otras, con una **tasa media de crecimiento anual estatal del 4%** calculado con datos del periodo 2013 al 2018 (Figura XV-8).

Para el mismo año había en el municipio de Bahía de Banderas un total de **7,644 unidades económicas**, que representa el **13.4% del total estatal**, por debajo del municipio de Tepic (22,342 unidades) y por arriba de Compostela (5,482 unidades) y de Santiago Ixcuintla (4,601 unidades). Su **tasa de crecimiento anual** en el para el periodo 2013 a 2018 se encuentra justo por arriba de la tasa estatal y ocupa el **quinto lugar en el estado**, debajo de La Yesca (56%), Amatlán de Cañas (9.9%), Huajicori (9.7%), Rosamorada (9.0%) y Xalisco (6.6%).

CASA ALVIRA



Fuente: Minimonografía estatal. Nayarit. Censos económicos 2019. INEGI.

Figura XV-8. Municipios en Nayarit por rangos de crecimiento según el número de unidades económicas.

Principales actividades económicas y distribución espacial

Nayarit es uno de los cuatro estados de la República que tiene una vocación de *Servicios* (INEGI, 2020d), donde las actividades primarias y de manufactura han quedado en segundo término. El sector Servicios en el estado tiene una participación del 42.7% en el total del Valor agregado estatal, quedando por debajo de la Ciudad de México, Quintana Roo y Baja California Sur cuyo sector Servicios tiene una participación del 73%, 62.2% y 50.1% respectivamente en el total del Valor agregado de cada uno de estos estados.

En el estado son cuatro los municipios que generan la mayor aportación económica. Destacan los municipios de Tepic y Bahía de Banderas que aportan en conjunto poco más del 50% de unidades económicas, del 60% del personal ocupado y arriba del 70% de remuneraciones, producción bruta total, valor agregado censal bruto y activos fijos. Le siguen, pero muy por debajo, Compostela y Santiago Ixcuintla con una aportación tan sólo de entre 4 y 10% de los mismos indicadores económicos.

El turismo ha hecho de Bahía de Banderas el segundo municipio con mayor aportación económica en el estado, dejando a las actividades primarias y de manufactura locales en segundo término. Destacan las actividades de Hoteles y restaurantes y de Comercio al por menor vinculado a éstas, así como las actividades de servicio asociadas: administración, contratación, cobranza, limpieza, reparación y mantenimiento, lavanderías, salones de belleza, servicios inmobiliarios, renta de inmuebles y de autos, construcción, servicios legales, contables, arquitectura, etc., todos con tasa de crecimiento positiva.

El gran reto municipal ante la tasa positiva de crecimiento económico y su correspondiente crecimiento demográfico está en atender la creciente demanda de infraestructura urbana, equipamiento (escuelas, hospitales, áreas verdes, entre otros) y la ampliación de la cobertura de servicios básicos.

CASA ALVIRA

15.8 Inversión del proyecto

El Proyecto "*Casa Alvira*", que pretende realizarse en la Fracción 5 resultante de la subdivisión de la Parcela 1317 Z-8 P1/1 en la localidad de Sayulita, Municipio de Bahía de Banderas, Estado de Nayarit con domicilio en calle sin nombre, Sayulita, Bahía de Banderas, Nayarit, en la coordenadas de referencia Q13 X=452,122m E; 2,305,664m N, consiste en una casa habitación de estilo Arquitectura Mexicana Moderna con formas simples y definidas incorporando una arquitectura biofílica en donde la naturaleza se integra con el interior de la construcción, con una huella total de proyecto de 1,314.10 m² de los cuales 728 m² serán techados. Incluirá los espacios de sala, comedor, cocina, cuatro recámaras con baño completo y vestidos, alberca, terrazas y otros servicios.

Para su construcción se utilizarán muros de piedra, block y tabicón, techos inclinados, aplanados de cemento-arena y pisos de cantera, para las terrazas también se utilizará pergolado y palapa de madera propias de la región.

La construcción de la casa y sus elementos se iniciará inmediatamente después de realizadas las actividades de cambio de uso de suelo dentro de la superficie solicitada. El proceso constructivo tendrá una duración aproximada de 14 meses durante el cual se prevé la generación de 45 empleos directos y 38 empleos indirectos.

Inversión total estimada para la construcción pesos , con un gasto de operación mensual del orden de los pesos mensuales.

15.9 Conclusiones

A lo largo del presente documento se ha demostrado que la ejecución del proyecto Casa Alvira, por sus bondades (Apartado 12.1, del Capítulo XII), por las medidas preventivas y de mitigación propuestas (Apartado 13.1, Capítulo XIII) y por la discusión y análisis de resultados en esta sección presentados, no compromete la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

En lo económico y social el análisis cuantitativo también favorece al proyecto objeto de la presente solicitud y demuestra que el uso propuesto será más productivo a largo plazo.

Así pues, sin obviar que la magnitud del retiro de la vegetación representa un impacto ambiental significativo, de ninguna manera generará un daño grave al ecosistema local ya que no se propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, ni afecta su estructura o función ni modifica sus tendencias evolutivas o sucesionales. Por otro lado, la principal medida de compensación propuesta considera la reposición de las especies que serán afectadas, y otras propias del ecosistema en el que se encuentran comprendidas –selva mediana subcaducifolia-, por lo que, en vista de los elementos aportados se puede afirmar que el cambio de uso de suelo en la zona de aprovechamiento no supone un riesgo para la diversidad florística de la región ni del predio.

CASA ALVIRA

Así mismo, las medidas programadas para prevenir y mitigar las afectaciones sobre los recursos forestales ayudarán a mantener la biodiversidad presente e identificada a través de los estudios de caracterización de flora y fauna; del mismo modo, asegurarán que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación.

Capítulo XVI

Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo

Contenido

CAPITULO XVI. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL DTU Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE SU EJECUCIÓN	279
16.1 Datos del responsable técnico que elaboró el DTU y que estará a cargo de su ejecución.....	279
16.2 Copia de la identificación de la responsable técnico que formuló el estudio.....	280

CAPITULO XVI. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL DTU Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE SU EJECUCIÓN

16.1 Datos del responsable técnico que elaboró el DTU y que estará a cargo de su ejecución

El responsable de la elaboración del presente documento es el asesor técnico forestal, con inscripción en el Registro Forestal Nacional en la ciudad de Tepic, Nayarit.

Se prevé que también sea el encargado de la supervisión de las acciones de cambio de uso de suelo en los terrenos forestales objeto de la presente solicitud.

Domicilio para oír y recibir notificaciones:

16.2 Copia de la identificación de la responsable técnico que formuló el estudio

Capítulo XVII

Los demás requisitos que establezcan otras
disposiciones jurídicas

Contenido

CAPITULO XVII. DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLEZCAN OTRAS DISPOSICIONES JURÍDICAS.....	281
--	-----

CAPITULO XVII. DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLEZCAN OTRAS DISPOSICIONES JURÍDICAS

En los capítulos anteriores se contemplan todos los requisitos establecidos en las disposiciones aplicables.

Capítulo XVIII

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

Contenido

CAPITULO XVIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 282

18.1	ANEXO DOCUMENTAL	282
18.2	ANEXO DIGITAL: ESTUDIO TÉCNICO DE DAÑOS AMBIENTALES	282
18.3	ANEXO DIGITAL: OTROS ANEXOS.....	282
18.4	ANEXO DIGITAL PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN	283
18.5	ANEXO DIGITAL CARTOGRAFÍA Y MODELO GEOGRÁFICO.....	283
18.6	ANEXO DIGITAL MEMORIAS DE CÁLCULO	283
18.7	INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	284
18.8	BIBLIOGRAFÍA.....	286

CAPITULO XVIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**18.1 ANEXO DOCUMENTAL**

1. Copia certificada del pasaporte del promovente.
2. Copia certificada del **Contrato de Constitución de Fideicomiso Irrevocable Traslato de Dominio**. Instrumento público Número 29,189, Tomo Centésimo Segundo, Libro Octavo, de fecha 13 de mayo de 2020, pasado ante la fe del licenciado , notario público titular de la Notaría Pública Número 12, de la primera demarcación notarial en el estado de Nayarit.
3. Copia certificada de la **Constancia de Compatibilidad Urbanística** emitida por el H. X. Ayuntamiento Constitucional de Bahía de Banderas a favor de mediante el oficio UAM/COMP/0035/2021 de fecha 04 de febrero de 2021.
4. Copia simple de la **anuencia para realizar la conexión del predio al sistema de agua potable** comunicario emitida el 14 de julio de 2021 por .
5. Copia simple de la **Resolución Administrativa No. PFPA/24.5/2C.27.5/0042/21/0250** emitida por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Federal en el Estado de Nayarit, el día 27 de octubre de 2021 en contra de , por sí o por conducto de su representante legal o apoderado o encargado.
6. Anexo fotográfico
7. Glosario de términos
8. Plano Identificación de límites y superficie del predio Fracción 5 de la parcela 1317 realizado por el Ing. en junio de 2020.
9. Plano Identificación de vegetación significativa al interior del mismo. Censo Forestal Fracción 5 de la parcela 1317 realizado por el Ing. en junio de 2020.

18.2 ANEXO DIGITAL: ESTUDIO TÉCNICO DE DAÑOS AMBIENTALES

1. Estudio técnico de daños ambientales “Casa Alvira”. Obras realizadas en el predio identificado como Fracción 5 resultante de la subdivisión de la Parcela 1317 Z-8 P1/1 ubicado en el ejido de Sayulita, Bahía de Banderas, Nayarit, elaborado en enero 2022.

18.3 ANEXO DIGITAL: OTROS ANEXOS

1. **Estudio de biodiversidad de flora. Estudio Técnico Justificativo predio “Casa Alvira” - Análisis Florístico.** Elaborado por entre julio y diciembre de 2021.
2. **Estudio de biodiversidad de fauna. Descripción del componente ambiental fauna en dos áreas de estudio: Casa Alvira y ERC.** Elaborado por entre julio y agosto de 2021.
3. **Estudio de Mecánica de Suelos.** Realizado por el 30 de noviembre de 2020.

4. **Ficha técnica de la UAB65.** Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

18.4 ANEXO DIGITAL PROGRAMAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN

1. Programa de Rescate y Reubicación, y Reforestación, de especies de flora del Proyecto "*Casa Alvira*"
2. Programa de Rescate y Conservación de fauna silvestre afectada y su adaptación al nuevo hábitat del Proyecto "*Casa Alvira*"

18.5 ANEXO DIGITAL CARTOGRAFÍA Y MODELO GEOGRÁFICO

1. Cartografía: Cartas específicas y Cartas temáticas.
2. Predio Casa Alvira: en archivos .kml, Shapefile, Cad, Excel y PDF.
3. SIGEIA: resultados del análisis SIGEIA para identificar incidencias del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto con las capas de los factores ambientales.
4. Censo Forestal: archivos .pgn, CAD y pdf con cartografía del censo forestal.
5. Zona de Aprovechamiento: archivos shapefile, kmz, CAD y Excel, con polígono y vértices.
6. Zona de Reserva: archivo shapefile, kmz y CAD.
7. Reforestación: Área de crecimiento temporal y Áreas a reforestar, en archivo shapefile, kmz, CAD y Excel.
8. Obras de conservación: Acomodo de material vegetativo y Presas de morillos, en archivos shapefile, kmz, CAD y Excel.

18.6 ANEXO DIGITAL MEMORIAS DE CÁLCULO

1. Cálculo de erosión e infiltración.
2. Censo forestal. Cálculo de existencias reales, volumen por remover y volumen residual.
3. Estudio de fauna. Resultados de muestreos y memoria de cálculo de índices.
4. Estudio florístico. Resultados de muestreos y memoria de cálculo de índices.

18.7 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Cartas temáticas

Para la elaboración del presente estudio se utilizó cartografía digital temática de diferentes instituciones gubernamentales así como centros de investigación en el país referidas en la siguiente tabla.

Tabla XVIII-1. Cartografía digital temática utilizada para la elaboración de la presente MIA-P

Insumo	Institución	Año de referencia	Escala
Marco Geoestadístico	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	Septiembre 219	NA
Carta temática: Carta Topográfica. F13C58-68: Punta Sayulita Nayarit. Segunda edición (2001), primera impresión (2001).	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	Fecha de vuelo: Enero de 1996	1:50,000
Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica Serie III. Clave F13C58 Sayulita y Clave F13C68 Chacala	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	Modificado 2013-2018	1:50 000
Línea de costa de la República Mexicana (2011-2014)	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO	2018	1:25,000
Conjunto de Datos Vectoriales Clima.	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	Sin Definir	1:1'000,000
Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Serie I. Continuo Nacional.	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	2001	1:1'000,000
Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Serie I. Carta F1311.	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	2000	1:250,000
Carta Edafológica, Serie II. Carta F1311:Puerto Vallarta	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	1993	1:250,000
Red Hidrográfica Edición 2.0, Subcuenca Hidrográfica RH13Ba R. Huicila/Cuenca R. Huicila-San Blas/ R.H. Huicila	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	2010	1: 50,000
Programa Nacional de Microcuencas.	SAGARPA y FIRCO.	2002	S/D
Datos vectoriales de la disponibilidad de los acuíferos.	Sistema Nacional de Información del Agua. Comisión Nacional del Agua. CONAGUA.	2018	1:250,000
RAMSAR 142_Mexico 2015	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP.	2014	1:250,000
Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP.	2020	1:250,000
Regiones terrestres prioritarias de México	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. CONABIO.	2004	1:1'000,000
Regiones marinas prioritarias de México	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. CONABIO. Financiado por -USAID- Packard Foundation-CONABIO-WWF-FMCN.	1998	1:4'000,000
Regiones hidrológicas prioritarias: Aguas Continentales y diversidad biológica de México.	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. CONABIO. Coordinado por: Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer.	2002	1:4'000,000
Sitios prioritarios marinos para la conservación	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso	2008	1:1'000,000

CASA ALVIRA

de la biodiversidad.	de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura. (2007)		
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE)	2009	1:2,000,000
Zonas Ecológicas de México. <i>Extraído de los proyectos A006 y E021: "Diagnóstico de los escenarios de la biodiversidad en México", fases 1 y 2.</i>	Centro de Ecología, UNAM. Toledo, V. M. y M. J. Ordóñez. Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. CONABIO.	2009	1:1'000,000
Zonificación Forestal. Acuerdo por el que se integra y organiza la Zonificación Forestal	CONAFOR	2011	1:250,000
Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Recursos Forestales, Clave F13C58, Punta Sayulita	CONAFOR-INEGI	2015	1:50 000
Conjunto Nacional de Datos Vectoriales. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Serie IV. Carta F1311: Puerto Vallarta.	Institución Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI.	2009	1: 250 000
Espacio Digital Geográfico del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN). SEMARNAT.	https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html	2020	NA
Sistema Nacional de Información del Agua. CONAGUA.	http://sina.conagua.gob.mx/sina/	Diciembre 2020	NA
Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)	https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia	2020	NA
Portal de Geo información 2020. Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad. SNIB. CONABIO.	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/	2020	NA
Carta Geológico-Minera. Punta Sayulita F13-C58-68. Nayarit.	Servicio Geológico Mexicano	2020	1:50,000

18.8 BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Aparicio Mijares, F.J. 1994. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Editorial Limusa, México.
- Cailliez, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento V 22(1). Estimación del volumen. Estudio FAO. Montes. Roma 91 p.
- Canter L.W. 1996. *Environmental Impact Assessment*. Mc Graw Hill Ed.
- Ceballos, G. y G. Oliva, coords. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de la Cultura Económica (CFE)-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2001. *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*. Secretaría de Gobernación. Primera Edición. México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2021. Subdirección General de Planeación. *Estadísticas del Agua en México*. Edición 2021.
- Conabio. 2008. *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Cupul Magaña, F., & Ramírez Delgadillo, R. (2017). Contribución al conocimiento de la flora de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *CIENCIA Ergo-Sum*, 6(2), 135-146.
- DATATUR 2019. *Compendio Estadístico del Turismo en México 2019*. Secretaría de Turismo. México. Publicado el 19 de agosto de 2020.
- DOF. 27 de marzo de 2015. Norma Oficial Mexicana 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.
- Espinoza, G. 2002. *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de Estudios para el Desarrollo. Chile.
- Fragoso, P. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio Cerro Grande municipio de Tancítaro. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. México 66 p.
- FUNDAP-DISOP. 1993. Guía metodológica para la elaboración de inventarios para manejo forestal. Quetzaltenango, Guatemala. 92 p.
- Gómez-Flores C (2011). Caracterización fisonómica florística de la vegetación del ejido Sayulita, Bahía de Banderas, Nayarit. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- Gutiérrez-Ojeda, C., Metodologías para Estimar la Recarga de Acuíferos (1a. Etapa), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- Hernández, H. 2010. Inventarios forestales y planes de manejo. Unidad IV: planificación de inventarios forestales. Jacaltengo, Huehuetenango. ESTEFFOR. 81 p.

- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1990. Censo de Población y Vivienda 1990. Principales resultados por localidad (Sistema de Integración Territorial, ITER).
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Nayarit*. México. Edición 1999.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000b. Censo de Población y Vivienda 2000. Principales resultados por localidad (Sistema de Integración Territorial, ITER).
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. *Guía para la interpretación de Cartografía Geología*, Escala 1:250,00.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2008. *Guía para la interpretación de Cartografía Edafología*, Escala 1:250,00. Segunda edición.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2008b. Censos Económicos 2008.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. *Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación*, Escala 1:250,000, Serie III.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (Sistema de Integración Territorial, ITER).
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Diccionario de Datos Edafológicos, Escala 1:250,000, versión 3.
- INEGI-SEMARNAT. 2015. Inventario Estatal Forestal y de Suelos. Nayarit 2014. Primera edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 166 p.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2018. Censos Económicos 2019.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2018. Censos Económicos 2019. Minimonografía estatal. Nayarit.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2020a. Censo de Población y Vivienda 2020. Principales resultados por localidad (Sistema de Integración Territorial, ITER).
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2020b. Presentación de Resultados. Estados Unidos Mexicanos. Censo de Población y Vivienda 2020.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2020c. Presentación de Resultados. Nayarit. Censo de Población y Vivienda 2020.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2020d. Conferencia de prensa, 16 de julio 2020. Resultados definitivos Censos económicos 2019.
- Leopold, L.B., F.E. Clarke, B.B. Manshaw, and J.R. Balsley. 1971. *A Procedure for Evaluating Environmental Impacts*, U.S. Geological Survey Circular No. 645, Government Printing Office, Washington, D.C.
- MARN. 2018. Manual técnico de planificación de inventarios forestales por medio de sistemas de información geográfica –SIG-. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de Guatemala. 104 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Actualización 2015. Roma.
- Pennington, T.D. y Sarukhan, J. 1998. *Árboles Tropicales de México. Manual para la Identificación de las Principales Especies*. UNAM/FCE 498 p. Segunda Edición. México.

Romahn de la V., C. F., Ramírez M. H. y Treviño G., J. L. 1987. Dendrometría. Serie de apoyo académico No. 26. D. C. F., UACH. Chapingo, México 387 p.

Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México*. México. Editorial Limusa.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. SCT. 1997. *Manual de Procedimientos para el Aprovechamiento del Derecho de Vía en Caminos y Puentes de Cuota*. Unidad de Autopistas de Cuota. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT. s/f. *Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas*. México, D. F. 85 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT. 2013. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. Edición 12. México.

Sedue (1988). Manual de ordenamiento ecológico del territorio. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Pág. 171-182.

Tejero-Díez J. D., Ledesma-Corral J. C., Torres-Díaz A. N. (2008). El palmar de *Orbignya guacuyule* al sur de Nayarit, México. *Polibotánica* 26:67-100.

Toledo, Victor Manuel y María de Jesús Ordóñez. (2009). 'Zonas ecológicas de México'. Extraído de los proyectos A006 y E021: 'Diagnostico de los escenarios de la biodiversidad en México' fases 1 y 2. Escala 1:1,000,000. Centro de Ecología, UNAM. Financiado por la Conabio. México.

Vite Cristóbal, Claudio. *et al.* (2014) *Indicadores de diversidad, estructura y riqueza para la conservación de la biodiversidad vegetal en los paisajes rurales*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 17, núm. 2, 2014, pp. 185-196. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

Consultado en línea

1erINF61-85. Publicaciones estatales del primer Inventario Nacional Forestal (INF) (1961-1985). <https://snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Resultados%20Hist%C3%B3ricos%20INFyS/2009%20-%202014/Informacion%20adicional/Ecuaciones%20volumen%20vrtacc.xlsx> (Portal visitado el 24 de septiembre de 2020).

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Última actualización 26 de junio de 2017. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. *Regiones Marinas Prioritarias de México*. Última actualización 26 de junio de 2017. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. *Regiones Hidrológicas Prioritarias*. Última actualización 26 de junio de 2017. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. *Proyecto de Bases de Datos Climatológicos. Estación de San Marcos. 00018080. Bahía de Banderas, Periodo 1981-2010*. [Consultado en línea en febrero, 2021]. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL18080.TXT>

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Gerencia de Meteorología y Climatología. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico. Centro Nacional de Previsión del Tiempo. Ciclones Tropicales 2002. 14E. Reseña del Huracán "Kenna" del Océano Pacífico (Octubre 21-25). [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2002-Kenna.html>

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Gerencia de Meteorología y Climatología. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico. Temporada 2015 de Ciclones Tropicales. Reseña del huracán Patricia del Océano Pacífico. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2015-Patricia%20.pdf>

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Aguas subterráneas/acuíferos. Nayarit. Disponibilidad por acuífero. 1806 Zacualpan-Las Varas. [Consultado en diciembre, 2020]. Disponible en: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/nayarit/nayarit.html>

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Aguas subterráneas/acuíferos. Nayarit. Disponibilidad por acuífero. 1808 Punta de Mita. [Consultado en diciembre, 2020]. Disponible en: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/nayarit/nayarit.html>

García, E. CONABIO. 1998. "*Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)*" Escala 1:1000,000. México. [Consultado en línea en febrero, 2021]. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/pdfs/anexoclima.pdf>

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos y Conteos de Población y Vivienda. México. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009b. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Bahía de Banderas. Nayarit*. [Consultado en línea en febrero, 2021]. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/18/18020.pdf

Leyes, Reglamentos, Normas y Acuerdos

Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Diario Oficial de la Federación, México, 15 de diciembre de 2006.

Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Parque Nacional Islas Marietas. Diario Oficial de la Federación, México, 25 de febrero de 2011.

Acuerdo por el que se integra y organiza la Zonificación Forestal. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de noviembre de 2011.

Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Diario Oficial de la Federación, México, 07 de septiembre de 2012.

Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico-Administrativas que se indican. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, México, 04 de enero de 2018

Decreto que declara a la Sierra de Vallejo, ubicada en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas, Nayarit; como Área Natural Protegida bajo la categoría de Reserva de la Biosfera Estatal. Periódico Oficial del Estado de Nayarit, 01 de diciembre de 2004.

Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de parque nacional, la región conocida como Islas Marietas, de jurisdicción federal, incluyendo la zona marina que la circunda, localizada en la Bahía de Banderas, frente a las costas del municipio del mismo nombre en el Estado de Nayarit, con una superficie de 1,383-01-96.95 hectáreas. Diario Oficial de la Federación, México, 25 de abril de 2005.

Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación, México, 01 de diciembre de 1992. Última reforma publicada el 06 de enero de 2020.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, México, 05 de junio de 2018. Última reforma publicada el 13 de abril de 2020.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Diario Oficial de la Federación, México, 28 de enero de 1988. Última reforma publicada el 18 de enero de 2021.

Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, México, 03 de julio de 2000. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de diciembre de 2010.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). Diario Oficial de la Federación, México, 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de noviembre de 2006. Última reforma publicada el 09 de mayo de 2014.

Plan Desarrollo Urbano Municipal de Bahía de Banderas (PDUM, 2002). Periódico Oficial del Estado de Nayarit, 01 de junio de 2002.

Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de Banderas, Nayarit. Periódico Oficial del Estado de Nayarit, 08 de agosto de 2009.

Portales de información consultados en línea

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Portal de Geoinformación 2020. Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Enciclo Vida. Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en <https://enciclovida.mx/>

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en <http://sig.conanp.gob.mx/website/interactivo/advc/>

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Sistema Nacional de Información del Agua (SNIA). [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapa Digital de México Versión 5.0. México. Visualizador. [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx>

CASA ALVIRA

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Programas. Censo Población y Vivienda 2020. Panorama sociodemográfico de México. [Consultado en línea en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/>

SEMARNAT. Espacio Digital Geográfico (ESDIG). [Consultado en línea en diciembre, 2020]. Disponible en: <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html>

Unión Mundial para la Naturaleza, 2006. El Enfoque Ecosistémico. Cinco pasos para su Implementación. [Consultado en línea en mayo, 2021]. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/CEM-003-Es.pdf>