

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

### I.1 Nombre del proyecto.

Exploración Minera Palos Verdes II.

### I.2 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.

El proyecto de Exploración para la Extracción Minera Palos Verdes se desarrollará en un predio de 22.77 ha donde se solicitará únicamente una superficie de 5,650 m<sup>2</sup> (0.565 ha), para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); (Ver Tabla I-1 y *Anexos: Capítulo I, Polígono de CUS y Coordenadas Pol Extracción Minera Palos Verdes*).

La superficie requerida, por uso del suelo para el desarrollo de las actividades de exploración para Extracción Minera Palos Verdes se muestra en la Tabla I-1.

Tabla I-1 Superficie y uso de suelo en el predio solicitado para CUS Extracción Minera Palos Verdes con base a lo observado en campo.

Uso de Suelo y Vegetación	Total (m <sup>2</sup> )	Total (ha)
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	5,650	0.565

### I.3 Duración del proyecto.

Se estima una duración del proyecto de 5 años acorde con la programación siguiente:

Tabla I-2 Cronograma para ejecución del proyecto de exploración

Concepto	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Elaboración de proyecto	X				
Limpieza de camino principal y brechas de acceso	X				
Exploración o barrenación	X	X	X	X	X
Restauración o abandono del sitio	X	X	X	X	X



**I.3.1 Promovente**

**I.3.2 Nombre o Razón Social del Promovente.**

Prospección y Desarrollo Minero del Norte, S.A. DE C.V

**I.3.3 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente**

RFC: PDM090828THA

**I.3.4 Nombre y Cargo del Representante/Apoderada Legal**

Miguel Ignacio Paz Andrades

Representante Legal de la empresa

*Ver Anexos; Capítulo I: INE Representante Legal y Poder del Representante Legal.*

**I.3.5 Dirección del promovente o de su representante legal.**

Dirección para recibir notificaciones referentes al presente Documento Técnico Unificado (DTU) para el proyecto denominado Explotación Minera Palos Verdes

- Paseo de las Margaritas No. 242 Col. Bugambilias, Zapopan, Jal. CP 45238
- Correo: hugolegaspi@gmail.com

**I.3.6 Nombre del consultor que integró el estudio:**

- Biólogo: Hugo Orlando Covarrubias Legaspi

**Nombre y firma autógrafa de los responsables del estudio y de los participantes en la elaboración**

**Ing. Agrónomo Forestal Juan Carlos Castañeda González.**

Registro Forestal: SGPARN.014.02.02.05.2189/19

Registro Forestal Nacional, Libro Jalisco, Tipo UI inscripción, Volumen 4, Número 8, Año 19, expedido por la SEMARNAT el 12 de noviembre del 2019.

**Dirección para oír y recibir notificaciones del responsable técnico del estudio**

- Paseo de las Margaritas No. 242 Col. Bugambilias, Zapopan, Jal. CP 45238
- Correo: hugolegaspi@gmail.com

## I. DESCRIPCIÓN DEL O LOS USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

### I.1 Naturaleza del proyecto.

El cambio de uso de suelo y posterior explotación minera, incluye varias etapas donde se incluirán la preparación del terreno mediante el despalme y desmonte, así como voladuras o perforaciones de acuerdo a los resultados que se encuentre en la etapa de exploración, extracción mineral y acarreo, con operaciones que se llevarán a cabo en el lote minero concesionado en un mismo yacimiento minero denominado la Palos Verdes.

El cambio de uso de suelo está determinado por las siguientes actividades:

**Tabla II-1 Etapas del proyecto**

A). - PREPARACIÓN DEL SITIO	1.- Delimitación del área de cambio de uso de suelo
	2.- Mantenimiento de caminos
	3.- Rescate y reubicación de fauna silvestre
	4.- Rescate y reubicación de flora silvestre
	5.- Desmonte
	6. Construcción de barrera
	7. Instalación de tubos para desagüe
B). - EXPLOTACIÓN	1. Planillas de barrenación
	2. Cárcamos para recircular el agua de barrenación
C). - ABANDONO	1. Desmantelar equipo e instalaciones
	2. Limpieza
	3. Restauración y reforestación

### I.2 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

De acuerdo a la Anuencia celebrada el 01 de octubre de 2017, la Comunidad Agraria San Miguel del Carrizal, municipio de Concordia celebra el comodato respecto a Tierras de Uso Común del lote minero Palos Verdes, con número de título 165453 para una superficie de 22.77 hectáreas a nombre de la empresa denominada Prospección y Desarrollo Minero del Norte S.A. de C.V., para realizar actividades mineras.



La solicitud para la autorización ambiental para los trabajos de exploración incluye la apertura de caminos de acceso de 698 metros de longitud con una corona de 5 metros, dando una superficie de 3,490 m<sup>2</sup>, para las maniobras e introducción de maquinaria y equipo que se utilizará en el proyecto y 36 puntos de barrenación de 10 por 6 metros, equivalente a 2,160 m<sup>2</sup>, lo que da como resultado un total de 5,650 m<sup>2</sup> (0.56 ha)

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio (POEGT), el proyecto Palos Verdes se ubica dentro de la UAB 94; que es Cañones Duranguenses Sur, con un estado actual Medianamente Estable, prioridad de atención Baja.

La política ambiental para la UAB 94 es "Aprovechamiento Sustentable", Rectores del Desarrollo "Forestal, Minería", Coadyuvantes del Desarrollo "Preservación de Flora y Fauna", Asociados del Desarrollo "Agricultura, Ganadería y Poblacional", Otros Sectores de Interés "Pueblos Indígenas".

Ya que la determinación de las UAB's tienen el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, la minería es una actividad considerada en eje rector del desarrollo, razón por la cual el proyecto Palos Verdes II es adecuado e ideal en esta región.

Por otra parte, el Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 2016-2022, en el sector minero establece: que el sector ha perdido atractivo para invertir debido a la baja en los precios internacionales de los metales. En el periodo 2011-2016, los precios cayeron drásticamente: el oro cayó 20.72%, la plata 48.56%, el cobre 44%, el hierro 62.80%, el plomo 26.44% y el zinc 15.37 por ciento.

Sinaloa aparece en el lugar 14 en valor de producción con una participación de 1.01% del total nacional. Los estados líderes en producción minera son Sonora, con 27.90%, seguido por Zacatecas, con 22.98%, y en último lugar Puebla, con 0.03% de participación del total nacional (INEGI y Dirección General de Regulación Minera, SE, 2016).

Con el propósito de promover el desarrollo incluyente y sostenible en el estado de Sinaloa, se impulsarán sectores estratégicos para consolidar una economía con mayor valor agregado, que generen empleos de calidad, incentiven la diversificación productiva y contribuyan a disminuir las brechas ínter e intrarregionales.

Objetivo 3. Fortalecer la economía estatal, con base en un crecimiento y desarrollo económico competitivo, homogéneo y que incentive la diversificación de los sectores productivos

Estrategia 3.4 Consolidar al sector minero en el estado.

Líneas de Acción

3.4.1. Promover prácticas sustentables en el sector.



3.4.2. Integrar y elevar la competitividad de los productores mineros.

3.4.3. Incrementar el valor de producción minera del estado.

Siguiendo los lineamientos que marca el PED su primer y principal eje estratégico es el Desarrollo Económico, el cual proyecta a Sinaloa con una economía próspera y competitiva; visión que contempla a la industria minera. Además, reconoce como indispensable la colaboración pública y privada, como pilar de la economía en el estado. Lo anterior hace que el Proyecto Palos Verdes II sea adecuado y oportuno para el cumplimiento de dicho Plan. El esfuerzo coordinado entre gobierno y empresarios; incluso académicos y sociedad civil, propicia las condiciones para la creación de proyectos y dar mayor valor agregado a los productos y servicios en Sinaloa.

El municipio de Concordia de acuerdo al Plan Municipal presenta un alto potencial para la Minería.

En alineación con el PED el Plan Municipal de Desarrollo busca rescatar la industria minera para mejorar la explotación de los yacimientos de minerales y brindarle a la población productividad y fuentes de empleo, por lo cual el Proyecto Minero Palos Verdes II representa un aporte al cumplimiento del plan.

### **Sociales**

- ✓ Distancia adecuada entre el sitio del proyecto y Concordia y Mazatlán, zonas urbanas o zonas rurales, que pudieran ser beneficiadas por el proyecto en cuanto a la generación de empleos directos e indirectos.
- ✓ La protección del patrimonio cultural de la zona.

### **Ambientales**

- ✓ La inexistencia de reservas naturales en la zona.
- ✓ Las condiciones hidrogeológicas del sitio.
- ✓ El impacto ambiental que se está dando en la zona.
- ✓ El desplazamiento actual de la fauna.
- ✓ La capacidad de la zona para soportar los impactos sobre la biodiversidad.
- ✓ Baja apreciación del impacto sobre el paisaje por la población en general.
- ✓ Posibilidad de inducir la restauración del factor flora y por ende del factor fauna.
- ✓ Existencia de barreras geológicas adyacentes que la tienen la capacidad de atenuación suficiente para impedir un riesgo potencial de derrame o deslizamiento lateral de los residuos.

### **Económicos**

- ✓ Distancia adecuada económicamente viable entre el lote minero Palos Verdes y la Ciudad de Mazatlán.
- ✓ Requerimiento bajo de superficie.

- ✓ Acceso fácil y seguro.

### I.3 Programa de trabajo

El siguiente cronograma (ver Tabla II-2) se llevará a cabo a partir de que se autorice el Cambio de Uso de Suelo; las actividades presentadas en él son aquellas que intervienen directamente en el Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo y se considera que se ejecutarán en 5 años.

	AÑO 2022/M E S E S											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>												
Delimitación del área de cambios de uso de suelo												
Mantenimiento de caminos												
Rescate y reubicación de flora silvestre												
Rescate y reubicación de fauna silvestre												
Desmante												
Construcción de barrera												
Instalación de tubos para desagüe												

	AÑOS 2022-2025											
	<b>EXPLORACIÓN (3 AÑOS)</b>											
Planillas de barrenación												
Cárcamos para recircular el agua de barrenación												

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ABANDONO</b>												
Desmantelar equipo e instalaciones												
Limpieza												
Restauración y reforestación												

Tabla II-2 Cronograma de Actividades.

### I.3.1 Preparación del sitio

Una vez evaluada y obtenida la Autorización de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), emitida por la SEMARNAT, se procederá a la delimitación del área del proyecto con elementos notorios con intervalos de 15 metros entre ellos, en donde se señalan los límites del polígono de CUSTF de acuerdo a lo autorizado.

- El perímetro se estará en color visible para referenciar y visualizar el área del proyecto.
- Se dará seguimiento al control del dimensionamiento y niveles, con el fin de ejecutar las obras únicamente dentro de los polígonos proyectados y autorizados.
- Así mismo, una brigada forestal coordinada por un técnico responsable realizará la identificación por medio de marcas, de los individuos forestales maderables que serán sujetos a remoción considerando lo señalado para esta acción en la NOM-152-SEMARNAT-2006, además de identificar aquellos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y susceptibles de ser rescatados.
- **Acciones de manejo de especies de interés NOM-059:** Se realizarán las campañas de los Programas de Rescate de Flora y Fauna. Dichos programas se encuentran considerados en el Capítulo X, donde se describen las actividades a realizar, así como las especies de flora y fauna que recibirán mayor atención por encontrarse listadas en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas actividades pueden ser llevadas de manera simultánea y coordinada, en diferentes frentes de trabajo a fin de llevar un avance continuo del CUSTF, por esta razón ningún frente de trabajo iniciará el desmonte o despalme sin haber realizado la identificación de individuos forestales maderables y las acciones de protección y/o rescate (manejo) aplicables.
- **Desmonte:** Una vez liberados los frentes de trabajo por las actividades de *Identificación de las áreas e individuos forestales maderables* y *Acciones de manejo de especies de interés NOM-059*, se realizará la remoción de la cubierta vegetal mediante las acciones definidas en el Capítulo VII, dentro de esta actividad se considera además el triturado del material que por sus características lo permita, mientras que el resto será acarreado a sitio de acopio.
- **Despalme:** Esta actividad corresponde a la remoción del horizonte fértil, el cual deberá de ser retirado de las áreas donde se aprovechará el material geológico motivo del CUSTF, parte de este material quedará dispuesto en las inmediaciones de los frentes de trabajo, en sitios desprovistos de vegetación forestal a fin de que al momento de ejecutar las acciones de restauración, éste sea reincorporado; el material excedente será llevado a los sitios de acopio, debiendo diferenciar este material del resto de los materiales que se encuentren en ese sitio.



### **I.3.2 Etapa de Abandono Productivo**

Al término de las actividades de exploración, los caminos de acceso seguirán funcionando como tales para la extracción de material en el caso de encontrarse alguna veta de interés, y de aprovechamiento rentable, en caso de no encontrar un cuerpo de aprovechamiento de interés se deberán de realizar las obras necesarias para el abandono adecuado del polígono del proyecto y reintegrarlo a sus actividades originales, en mejores condiciones.

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

## I.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.

El proyecto se localiza en el Municipio de Concordia en la Región Sur de Sinaloa, este Municipio colinda al norte con los municipios de Mazatlán y San Ignacio y al Sur, con el municipio de Rosario.

### Vías de comunicación

Para llegar al sitio proyectado, su ingreso es por la carretera libre Mazatlán-Durango a la altura del kilómetro 222, donde se encuentra el sitio de trabajo. (Ver localización Figura III-1).

A continuación, en la Figura III-1 y *Anexos: Capítulo I, Localización del área del proyecto en la carta topográfica y Localización del área del proyecto en la imagen satelital.*

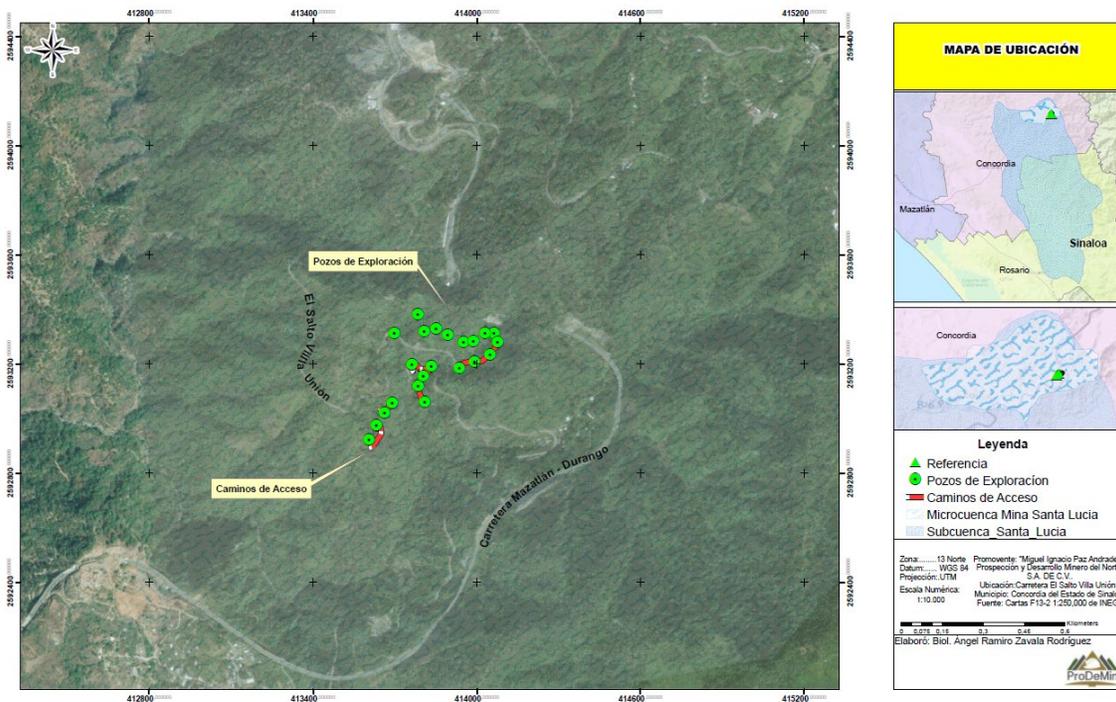


Figura III-1 Localización del proyecto.

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

El área del proyecto se localiza en el estado de Sinaloa y en el municipio de Concordia. Se localiza a 28.3 kilómetros en dirección Noreste de la cabecera municipal Figura III-2 y *Anexos: Capítulo III, Ubicación Geográfica y Geopolítica*.



Figura III-2 Localización hidrológica del área de estudio.

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

El proyecto de Exploración para la Extracción Minera Palos Verdes se desarrollará en una superficie de 0.565 ha, (ver Figura III-3).

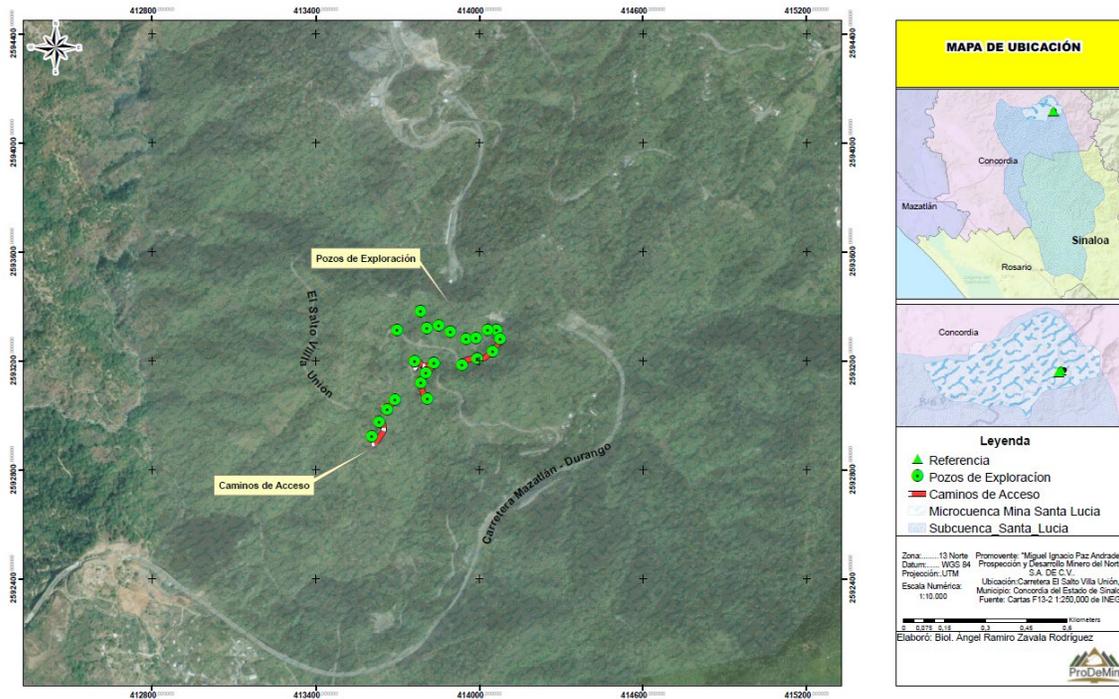


Figura III-3 Polígonos generales.

### I.3.1 Superficie total requerida.

Para el desarrollo del proyecto se requiere de la superficie total que se indica en la Tabla III-2, en donde se desglosa en base a los usos del suelo y vegetación identificados en el polígono general del proyecto Extracción Minera Palos Verdes.

Tabla III-2 Superficie total requerida.

Uso de Suelo y Vegetación	Total (ha)
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	0.565
<i>Total</i>	<i>0.565</i>

### I.3.2 Ubicación geográfica, mediante coordenadas de los vértices del polígono que delimitan el área donde se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Como se mencionó anteriormente, los polígonos forestales donde se solicitará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se realizará en una porción de las Tierras de Uso Común de la Comunidad Agraria San Miguel del Carrizal, municipio de Concordia, de acuerdo a la Anuencia celebrada el 01 de octubre de 2017 donde se celebra el comodato respecto a Tierras de Uso Común del lote minero Palos Verdes, con número de

título 165453 para una superficie de 22.77 hectáreas a nombre de la empresa denominada Prospección y Desarrollo Minero del Norte S.A. de C.V., para realizar actividades mineras (ver *Anexos: Capítulo III, Escritura Pública*).

**1.3.2.1 Coordenadas de los vértices de referencia del conjunto de polígonos del Banco Extracción Minera Palos Verdes.**

Se incluye como anexo coordenadas UTM, Zona 13 Norte, Datum WGS84 (ver *Anexos: Capítulo I; Coordenadas Pol Extracción Minera Palos Verdes*), de los vértices de los polígonos para los cuales se solicita el Cambio de Uso del Suelo.

**Tabla III-2 Coordenadas de la superficie considerada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de los Caminos de Acceso**

FID	X	Y
0	413758.482	2593171.55
1	413764.603	2593174.47
2	413764.845	2593183.49
3	413760.719	2593193.42
4	413763.633	2593201.64
5	413764.37	2593202.79
6	413773.257	2593199.03
7	413782.764	2593192.99
8	413792.206	2593181.61
9	413806.644	2593180.39
10	413821.889	2593184.58
11	413830.582	2593191.23
12	413829.361	2593182.53
13	413824.613	2593173.55
14	413803.832	2593155.46
15	413795.586	2593142.77
16	413790.451	2593130.18
17	413790.039	2593131.53
18	413783.622	2593116.39
19	413785.504	2593105.22
20	413789.149	2593094.85
21	413795.598	2593078.75
22	413800.149	2593069.78
23	413807.328	2593062.29
24	414071.231	2593303.2
25	414072.598	2593297.51
26	414076.175	2593291.87
27	414076.313	2593288.38
28	414076.506	2593283.54
29	414076.696	2593278.75
30	414075.301	2593272.65
31	414074.229	2593267.63
32	414072.496	2593263.57



FID	X	Y
33	414069.042	2593259.53
34	414063.296	2593255.35
35	414058.147	2593249.93
36	414051.251	2593240.29
37	414051.126	2593239.56
38	414043.924	2593230.45
39	414032.167	2593221.59
40	414021.966	2593213.08
41	414021.483	2593212.65
42	414010.656	2593208.3
43	414003.419	2593211.05
44	413984.703	2593211.65
45	413971.033	2593208.22
46	413953.133	2593203.13
47	413946.286	2593200.18
48	413940.762	2593192.19
49	413934.817	2593188.48
50	413922.53	2593190.63
51	413605.631	2592889.33
52	413610.67	2592891.83
53	413616	2592894.15
54	413619.457	2592899.36

FID	X	Y
55	413623.326	2592905.61
56	413629.529	2592913.21
57	413634.191	2592921.83
58	413640.827	2592930.28
59	413646.415	2592938.28
60	413649.015	2592946.87
61	413648.911	2592963.32
62	413647.267	2592969.58
63	413641.351	2592973.56
64	413635.394	2592976.68
65	413632.712	2592977.01
66	413643.988	2593037.46
67	413650.445	2593030.22
68	413658.247	2593026.47
69	413663.518	2593026.77
70	413668.585	2593031.46
71	413673.954	2593036.93
72	413679.075	2593046.43
73	413679.848	2593047.51
74	413683.142	2593053.31
75	413687.798	2593057.73
76	413691.284	2593062.98

Tabla III-3 Coordenadas de la superficie considerada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de los Puntos de Exploración



<b>FID</b>	<b>Nombre</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
0	PV-PA	413606	2592924
1	PV-PB	413633	2592977
2	PV-PC	413662	2593023
3	PV-PD	413690	2593059
4	PV-PE	413810	2593063
5	PV-PF	413785	2593120
6	PV-PG	413804	2593156
7	PV-PH	413833	2593193
8	PV-PI	413763	2593201
9	PV-PJ	413698	2593313
10	PV-PK	413784	2593383
11	PV-PL	413808	2593321
12	PV-PM	413851	2593332
13	PV-PN	413894	2593307
14	PV-PO	413952	2593281
15	PV-PP	413988	2593285
16	PV-PR	414064	2593313
17	PV-PQ	414031	2593312
18	PV-PS	414076	2593282
19	PV-PT	414049	2593236
20	PV-PU	413992	2593208
21	PV-PV	413937	2593186

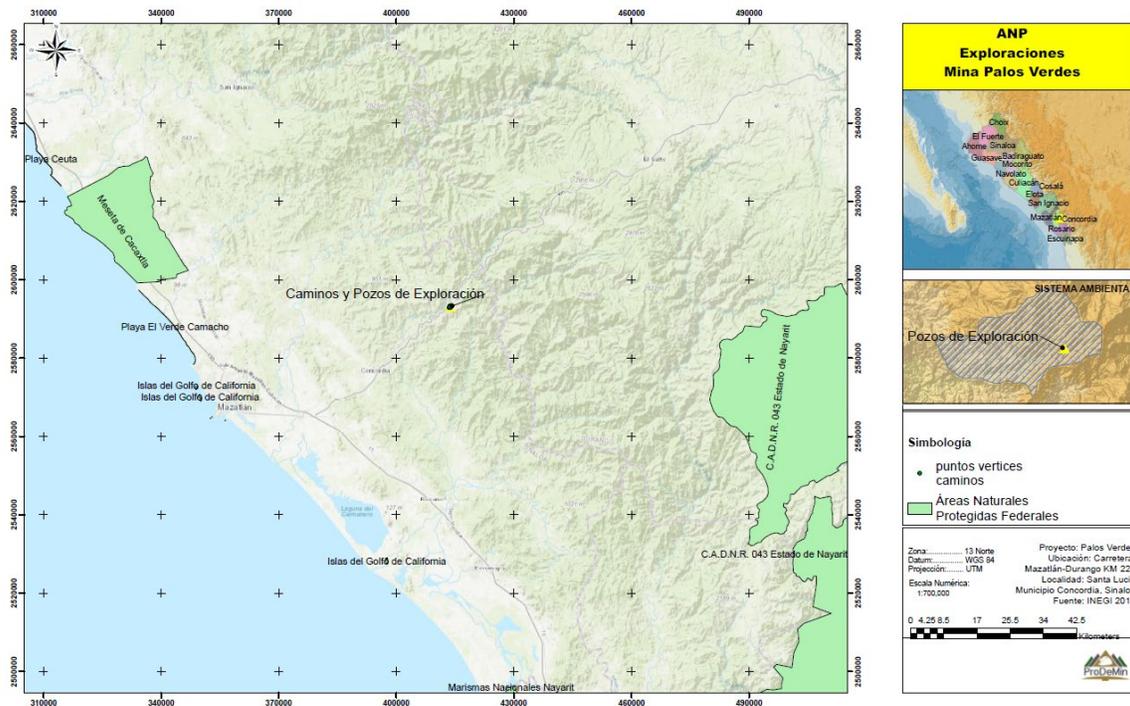
En total la superficie con vegetación forestal que abarca la propiedad que se afectará por las actividades propias de Exploración para la Extracción Minera Palos Verdes corresponde a 0.565 ha compuesta por 3 vías y 22 pozos de exploración.

Al presente se anexa la documentación legal que acredita la legal procedencia del predio denominado Extracción Minera Palos Verdes, para que se realice el uso y aprovechamiento del predio, el cual se destinará a la explotación y extracción de material geológico

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

### I.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales.

Cabe mencionar que el polígono del proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP a nivel municipal, estatal o federal, motivo por cual no es necesaria la vinculación de los decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas con el proyecto (ver *Anexos; Capítulo III: Localización de Sitios de Importancia Ecológica*).



#### **I.4.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias.**

De igual manera se consultó los polígonos de las regiones hidrológicas prioritarias, regiones terrestres, AICA, ANP Estatal y ANP Federal, con respecto al polígono del proyecto que nos ocupa, con lo cual fue posible identificar que el se encuentra dentro de la región hidrológica priortaria de Rio Baluarte-Marismas Nacionales Figura III-5.

En la zona se propone para la conservación de humedales, no a la apertura de bocas, manejo de agua balanceado, control de agroquímicos, plantas de tratamiento de aguas residuales, control de granjas acuícolas, no a la desviación de lóticos y control del turismo. Existen áreas de reproducción de cocodrilos que deben protegerse, así como áreas de manglar en barras arenosas, las islas de Palmar y Puerto Palapares. Hacen falta estudios de endemismos y de biodiversidad en general. No se tiene información de las reservas de aguas subterráneas existentes. La presa de Aguamilpa ha propiciado el crecimiento de especies exóticas que pueden llegar a las partes no alteradas. La urbanización y contaminación por motores ya está afectando la parte baja. Se desconoce la hidrología básica de los ríos; asimismo, el inventario biótico está incompleto. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera La Michilía. La Convención de Ramsar considera a las Marismas Nacionales como el área de manglares más grande del Pacífico Mexicano y de importancia por el número de endemismos en cuanto a su flora y fauna, así como por sus aves migratorias.



Figura III-5 Ubicación del polígono de proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias

#### **IV. 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.**

El artículo 141, fracción III del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala que los Estudios Técnicos Justificativos deberán contener la 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, entendiendo a esta como “la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas”.

##### **IV.1.1 Ubicación en el contexto de la RH, Cuenca, Subcuenca o Microcuenca Hidrográfica donde se localiza el Proyecto.**

El área de estudio de localiza en:

- Región Hidrológica 11 Presidio-San Pedro, la cual cubre el 14.55% del estado de Sinaloa drenando las aguas del sur de la entidad directamente hacia el Océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son (de norte a sur): Río Presidio (6.56%), Río Baluarte (5.18%) y Río Acajoneta (2.81%).
  - Cuenca “C”, Río Baluarte, cuya superficie es de 498,303.45 ha.
    - Subcuenca “C” Río Panuco con drenaje exorreico al Océano Pacífico y una superficie de 115,403.322326 ha.

En 2002 la SAGARPA instruyó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para que implementara el Programa Nacional de Microcuencas, que tiene como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción documentados en Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC), por lo que se toma esta delimitación como referencia para establecer el Sistema Ambiental

- **La microcuenca considerada como Área de Análisis o Sistema Ambiental corresponde a la Microcuenca Santa Lucia con superficie total de 5,793.858 ha.**

En el capítulo siguiente se describirá de una forma precisa y detallada los factores que fundamentaran la selección de la microcuenca que contendrá a nuestra Área del Proyecto polígono que servirá para los análisis y evaluaciones en este documento.

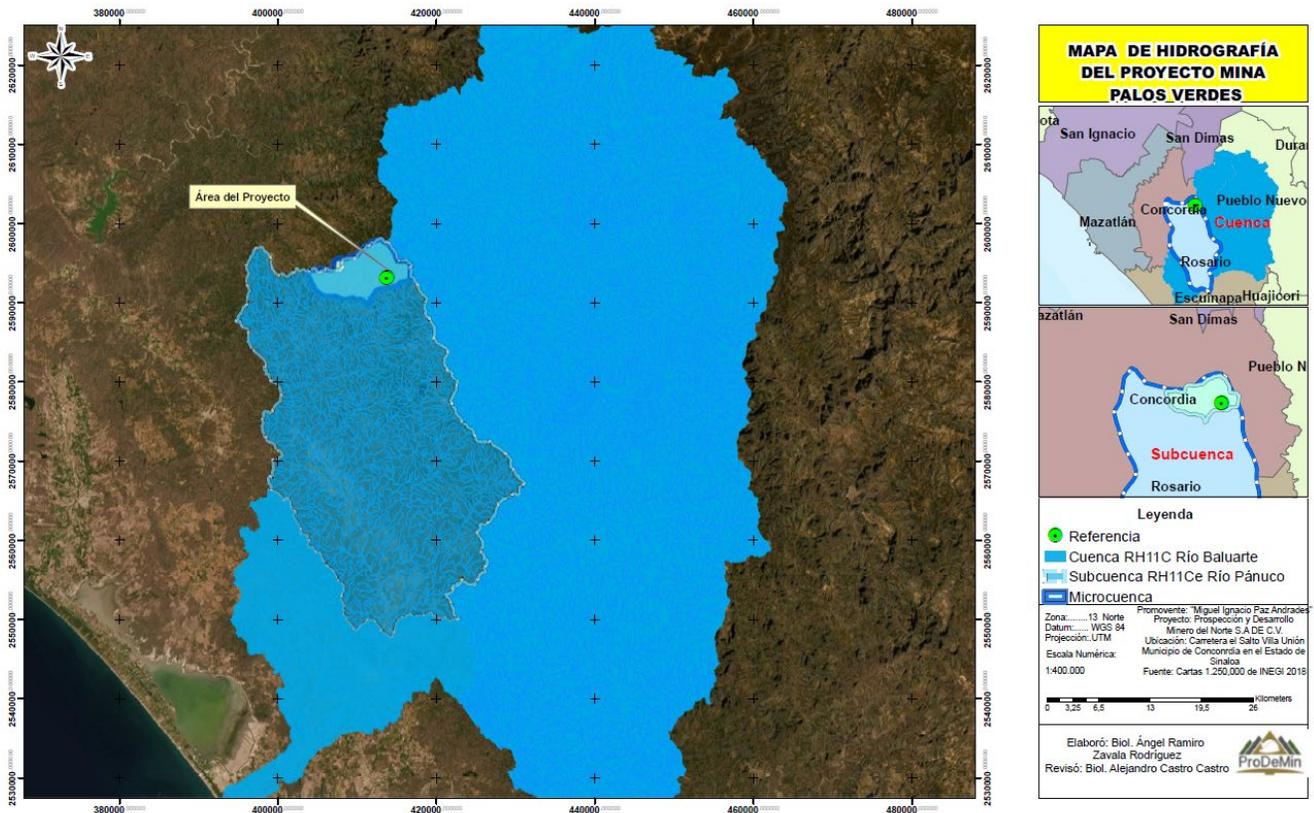


Figura IV-1 Ubicación del proyecto con relación a cuenca, subcuenca y microcuenca.

## IV.2 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.

Partiendo de la localización hidrológica mencionada en el apartado III.1.1, la Cuenca Hidrológica que formaría nuestra área de estudio es la Subcuenca R. Baluarte, sin embargo, los distintos procesos bióticos y abióticos que suceden al interior de esta Subcuenca serían resultados poco útiles y de carácter muy general para un análisis comparativo con los procesos específicos que se pudieran desarrollar al interior del área del proyecto de forma análoga.

La plataforma en línea SIATL versión 2.2 (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas) desarrollado por INEGI, proporciona información valiosa y fidedigna cuando se trata de la delimitación hidrológica de algún área de interés, además, permite reducir la escala de trabajo para una mejor representación de los distintos elementos bióticos y abióticos. Tal es el caso de nuestro estudio donde se utilizó esta plataforma y sus herramientas para la determinación de un área base, **por lo que se toma esta delimitación como referencia para establecer el Sistema Ambiental.**

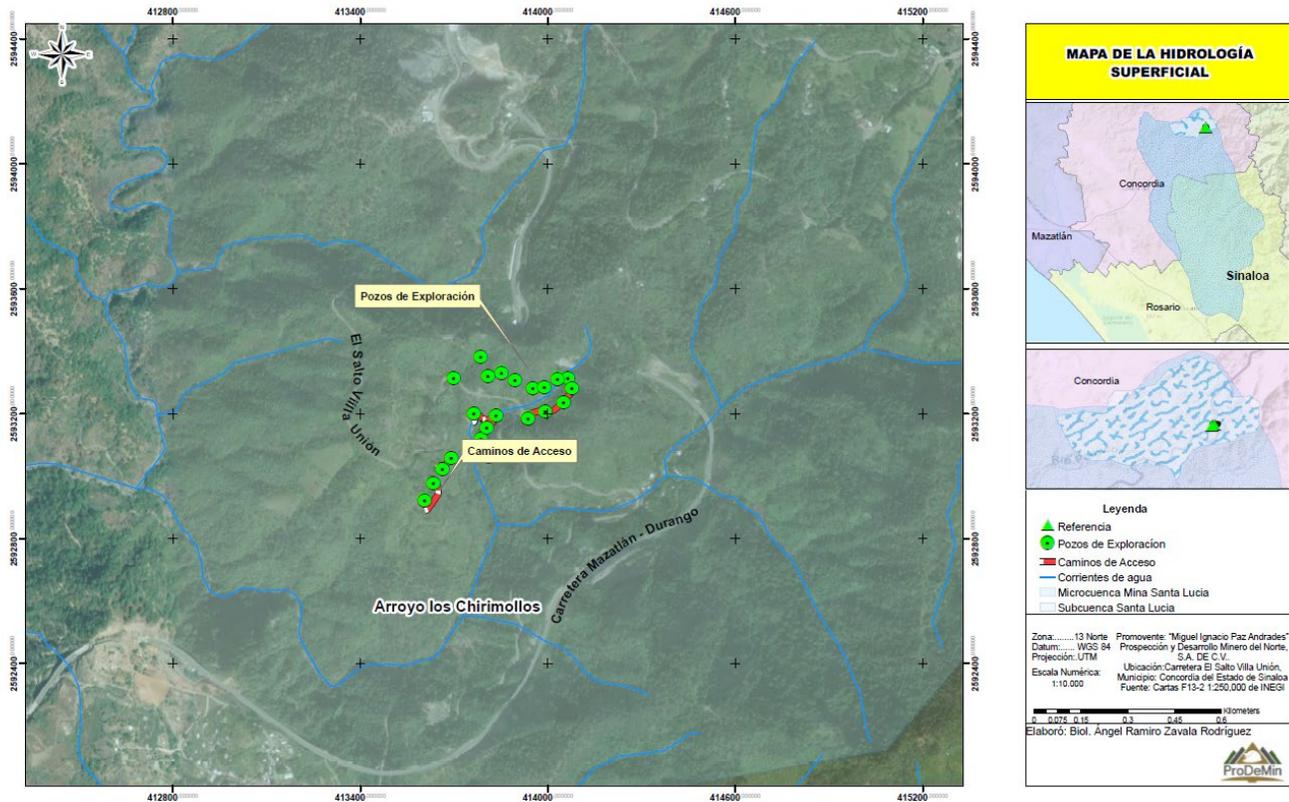


Figura IV-2 Polígono del Área de Estudio (AE).

### IV.3 Caracterización y análisis de la cuenca, subcuenca y microcuenca.

De forma armónica con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la delimitación del área de estudio se realizará considerando ya sea la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológica donde se ubicará el proyecto. Para su delimitación no solo se debe considerar la superficie en que se pretende realizar el cambio de uso de suelo en los terrenos forestales, sino también las características de las actividades que se realizarán en todas las etapas del proyecto, de forma que de ser el caso, se considere el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la descarga de aguas residuales, el manejo de residuos, el aprovechamiento de los recursos naturales entre otros criterios para delimitar bien ya sea una cuenca, una subcuenca o microcuenca, o inclusive más de una de estas unidades geográficas, si el proyecto se ubica entre dichas unidades geográficas.

#### IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la Cuenca, subcuenca y Microcuenca.

La delimitación del área de estudio es una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas que se ubican en la zona y se realizará de forma congruente con la representación gráfica regional que se presentó en el numeral III.2.

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

Con base a observación de imágenes de satélite Quick Bird de la plataforma Google Earth en un período de 19 años se revisaron tres imágenes: abril 2010, junio 2015 y noviembre 2019 en las cuales no se detectaron cambios significativos ni de gran magnitud en el Área de Estudio, sin embargo se observan modificaciones como aumento en la superficie destinada para actividades agropecuarias y una disminución en la cobertura vegetal.

#### **IV.3.2 Medio físico.**

##### **IV.3.2.1 Climatología**

En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco.

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la altitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también interfieren en el clima de una región. (INEGI, 2015).

De acuerdo a la clasificación del clima de Köppen, modificada por E. García se encuentra dentro del grupo de climas cálidos húmedos con la siguiente abreviatura:

#### **(A) C (w1) (wo)**

**(A)C (w1).** Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.

**(A)C (wo).** Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

**(A)C(w2).** Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 23% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

De acuerdo a la localización geográfica se realizó una selección de estaciones climatológicas cercanas al proyecto (Ver Tabla IV-1), dando un resultado de 2, una suspendida y otra en operación.

**Tabla IV-1 Estaciones climatológicas**

CLAVE	NOMBRE	MUNICIPIO	ESTATUS	Latitud	Longitud	Altura
25074	POTRERILLOS	CONCORDIA	OPERANDO	23.4536	105.8258	1,572

- i. **Temperatura.** Se da el nombre de temperatura del aire al grado sensible de calor, el cual depende de la cantidad de energía solar que recibe el planeta, o sea de la insolación, misma que es el periodo de tiempo durante el cual los rayos solares calientan la superficie de la tierra, su cuantificación y distribución son datos de gran utilidad para la industria y la agricultura (Ver Tabla IV-2).

**Tabla IV-2 Temperatura**

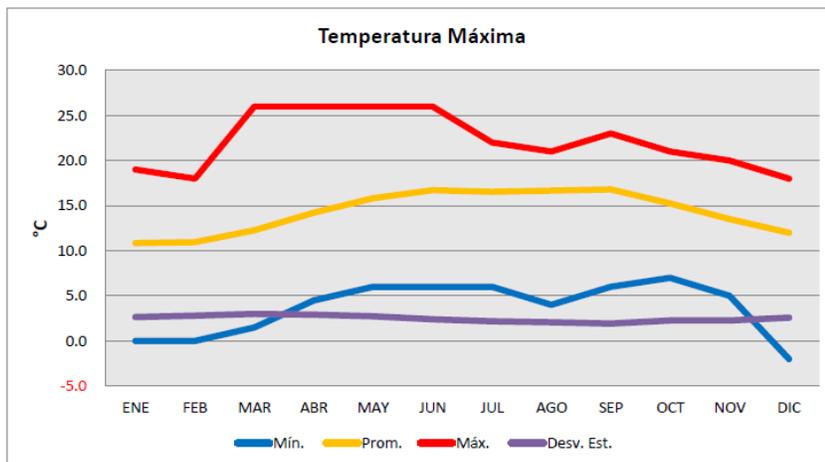
	<i>Temperatura (°C)</i>
<b>Mes</b>	<i>Media</i>
Enero	16.1
Febrero	16.6
Marzo	17.9
Abril	19.7
Mayo	21.0
Junio	21.2
Julio	20.4
Agosto	20.7
Septiembre	20.6

<b>Temperatura (°C)</b>	
<b>Mes</b>	<b>Media</b>
Octubre	19.6
Noviembre	18.5
Diciembre	16.5

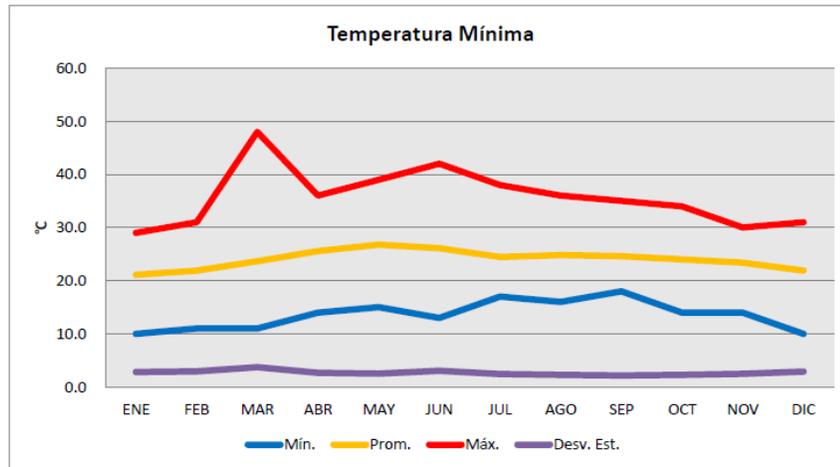
Tabla IV-3 Temperaturas

Temp Min (°C)					Temp Max (°C)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.0	10.9	19.0	2.7	ENE	10.0	21.1	29.0	2.8
FEB	0.0	11.0	18.0	2.8	FEB	11.0	21.9	31.0	3.0
MAR	1.5	12.3	26.0	3.0	MAR	11.0	23.6	48.0	3.7
ABR	4.5	14.2	26.0	2.9	ABR	14.0	25.6	36.0	2.7
MAY	6.0	15.8	26.0	2.7	MAY	15.0	26.8	39.0	2.5
JUN	6.0	16.7	26.0	2.4	JUN	13.0	26.1	42.0	3.0
JUL	6.0	16.5	22.0	2.2	JUL	17.0	24.5	38.0	2.4
AGO	4.0	16.7	21.0	2.1	AGO	16.0	24.8	36.0	2.3
SEP	6.0	16.8	23.0	1.9	SEP	18.0	24.6	35.0	2.2
OCT	7.0	15.2	21.0	2.3	OCT	14.0	24.0	34.0	2.3
NOV	5.0	13.5	20.0	2.3	NOV	14.0	23.4	30.0	2.5
DIC	-2.0	12.0	18.0	2.6	DIC	10.0	21.9	31.0	2.9
<b>Total general</b>	<b>-2.0</b>	<b>14.3</b>	<b>26.0</b>	<b>3.3</b>	<b>Total general</b>	<b>10.0</b>	<b>24.0</b>	<b>48.0</b>	<b>3.2</b>

Servicio Meteorológico Nacional (s.f.). Normales Climatológicas. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=jal>



Gráfica IV-1 Comportamiento de la temperatura máxima



Gráfica IV-2 Comportamiento de la temperatura mínima

- ii. **Precipitación.** La precipitación media anual es de 1,244.8 mm, tiene su mayor precipitación durante el verano, iniciando junio y concluyendo en septiembre. El mes con mayor precipitación es julio con un promedio de 346.6 mm y abril con un promedio de 4.4 mm es el de menor (Ver **Tabla IV-4**).

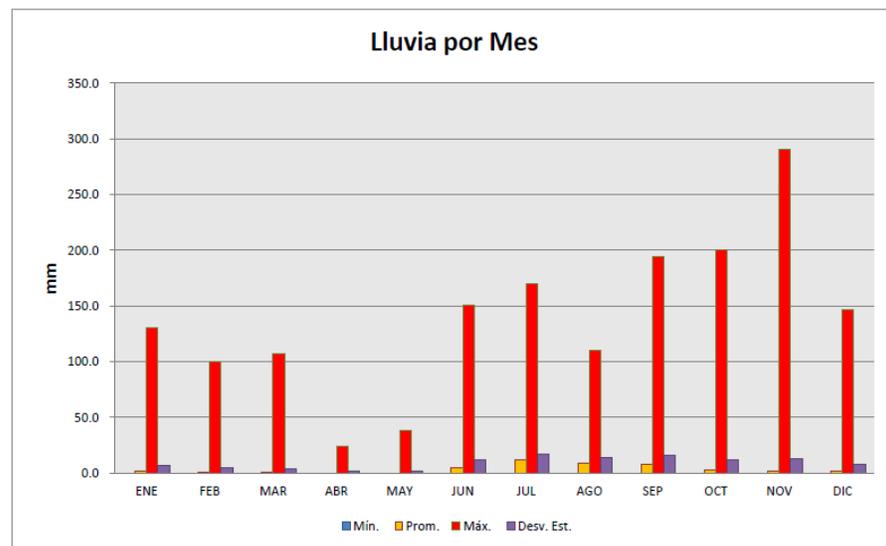
Tabla IV-4 Precipitación y evaporación.

	<b>Precipitación</b>
<b>MES</b>	<b>Mm</b>
Enero	40.2
Febrero	20.5
Marzo	7.6
Abril	4.4
Mayo	6.1
Junio	137.2
Julio	346.6
Agosto	265.8
Septiembre	231.5
Octubre	96.9

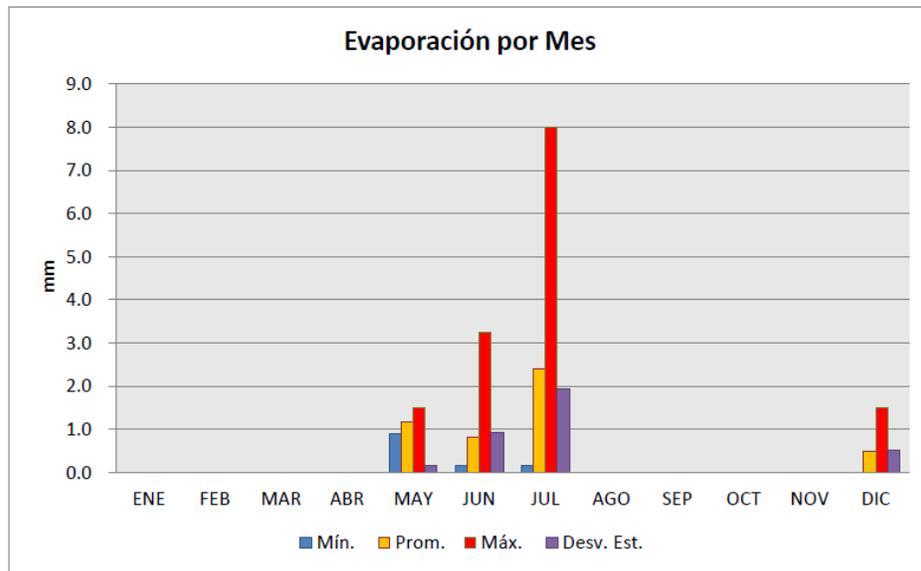
	<b>Precipitación</b>
<b>MES</b>	<b>Mm</b>
Noviembre	49.9
Diciembre	38.1
<b>ANUAL</b>	<b>1,244.8</b>

Tabla IV

Lluvia (mm)					Evap (mm)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.0	1.3	130.5	6.9	ENE				
FEB	0.0	0.7	100.5	5.0	FEB				
MAR	0.0	0.3	107.0	3.8	MAR				
ABR	0.0	0.1	24.0	1.3	ABR				
MAY	0.0	0.2	38.0	1.9	MAY	0.9	1.2	1.5	0.2
JUN	0.0	4.6	150.3	11.5	JUN	0.2	0.8	3.3	0.9
JUL	0.0	11.6	170.0	16.7	JUL	0.2	2.4	8.0	1.9
AGO	0.0	9.0	110.0	13.5	AGO				
SEP	0.0	8.2	194.5	16.1	SEP				
OCT	0.0	3.1	200.5	12.3	OCT				
NOV	0.0	1.8	290.0	12.5	NOV				
DIC	0.0	1.4	146.5	7.9	DIC	0.0	0.5	1.5	0.5
<b>Total general</b>	<b>0.0</b>	<b>3.5</b>	<b>290.0</b>	<b>11.1</b>	<b>Total general</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>8.0</b>	<b>1.1</b>



Gráfica IV-3 Comportamiento de la lluvia por mes



Gráfica IV-4 Comportamiento de la evaporación por mes

- iii. **Fenómenos climatológicos:** Las nieblas hacen su aparición en el área a partir del mes de junio y se va incrementando su ocurrencia hasta octubre, para disminuir drásticamente a partir de octubre. 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.

#### IV.3.2.2 **Fisiografía**

Esta subprovincia presenta algunos de los paisajes más espectaculares del país. Muestra la morfología de una enorme meseta de rocas volcánicas (dominando las ignimbritas) con fuerte disección en toda su amplitud y en la que los ríos de la vertiente occidental han labrado profundos cañones. La comparten los estados de Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora.

#### IV.3.2.3 **Geología y geomorfología**

##### IV.3.2.3.1 Geología

Fisiográficamente se ubica en la provincia de Sierra Madre Occidental (Raisz E., 1964) que presenta un relieve muy abrupto de sierras y barrancas; las serranías se orientan NW-SE. En la porción centro noreste se presentan desniveles hasta de 1,700 metros.

La unidad más antigua está representada por un gneis (pTm(?)Gn) considerado como parte del Cratón de Norteamérica, el Paleozoico está ausente mientras que en el Mesozoico se deposita una secuencia de rocas terrígenas con horizontes intercalados de caliza arenosa, que han sido afectadas por metamorfismo regional en facies de esquistos verdes de sericitamoscovita (JtE-Cz). La microfauna reportada de Crassicollaria intermedia y Calpionella alpina, sugiere una edad de Tithoniano tardío (CORREMI, 2003). Discordantemente sobre ellas aflora un conglomerado polimítico bien cementado (Js(?)Cgp).

Discordantemente se deposita una secuencia rítmica de areniscas y lutitas negras a carbonosas intercaladas (JsKapAr-Lu); para el Tithoniano, en la porción norte-centro de la carta, se depositan metalutita e intercalaciones de metacaliza (JtMLu-Cz) afectadas por un débil metamorfismo, las calizas presentan una fauna de *Crassicollaria* intermedia, *Calpionella* alpina y *Tinthinnopsella* carpathica que la ubica en el Tithoniano tardío (COREMI, 2003).

El Cretácico superior está formado por arenisca y lutita (Ks(?)Ar-Lu) a las que sobreyace una unidad de conglomerado polimíctico y andesita (KsTpa(?)Cgp-A). Durante el Terciario inferior se manifiesta actividad volcánica, teniendo de esta manera la formación de brecha y aglomerado de composición andesítica-dacítica (TpaBvA) que afloran en la porción centro-este. Discordantemente le sobreyacen andesitas y tobas andesíticas intercaladas (Tpa(?)A-TA), que en las inmediaciones de los ríos Mayo y Candameña, son afectadas por un stock granodiorítico (Te(?)Gd). En el Eoceno medio el volcanismo cambia a composición riolítica por toba riolítica con intercalación de arenisca y toba lítica (TeTR-Ar) que pasan transicionalmente a conglomerado polimíctico-arenisca (TeCgp-Ar) y cambia lateralmente a material más fino (TeAr-Cgp).

La historia tectónica para esta porción del estado no está muy clara debido a la complejidad geológica que presenta; considerando el mapa de la distribución de terrenos tectono-estratigráficos de México (M.F. Campa, 1999) la carta se ubica dentro del terreno Caborca cubierto por los depósitos de la Sierra Madre Occidental el cual se considera como un terreno sobrepuesto. Hasta el Jurásico superior se tiene la presencia de una potente secuencia de sedimentos terrígenos y pelíticos depositados en ambiente de cuenca profunda, el Cretácico inferior (Albiano) lo conforman calizas de capas gruesas a masivas típicas de un ambiente de plataforma abierta, evidenciando un posible levantamiento de las cuencas originadas al principio del Jurásico. El Cretácico superior marca un cambio en la sedimentación que posiblemente sea la primera manifestación de la Orogenia Laramide en esta porción del estado.

En el límite Mesozoico-Cenozoico se desarrolla el más intenso plegamiento y fallamiento inverso de las rocas previamente deformadas, así como un proceso de emplazamiento de cuerpos intrusivos (batolito Sonora). Es importante la actividad volcánica de composición intermedia. El Oligoceno se manifiesta por un cambio en la composición del vulcanismo hacia uno de tipo ácido asociado a grandes calderas y conformando lo que es hoy la Sierra Madre Occidental. El Mioceno temprano se caracteriza por un fallamiento extensional iniciando así un sistema de cuencas y sierras con depósitos de conglomerados polimícticos y areniscas.

### **Geología estructural**

Las estructuras en las secuencias cretácicas se manifiestan como producto de esfuerzos compresivos que actuaron en dirección predominante NE-SW, con desarrollo de pliegues sin esquistosos. El análisis de roseta en fallas y fracturas en rocas terciarias reflejan un esfuerzo en dirección NW-SE. La secuencia volcánica superior se caracteriza por la deformación frágil, que se manifiesta por una tendencia general de fallas y fracturas en dirección NW-SE y NE-SW (Carta Geológico-Minera "Guachochi" G13-4, Chihuahua, Sinaloa y Durango, esc. 1:250,000, SGM 1999). El gneis representa un evento tectono-magmático multifacético del cual se desconocen sus edades y relaciones estratigráficas, sin embargo, ha sido interpretado como la raíz

profunda de un arco magmático antiguo. La formación San José de Gracia representa sedimentos asociados a magmatismo depositados al final del Carbonífero. Las secuencias cretácicas indican que se trata de depósitos de secuencias de arco y su cobertura depositada a lo largo del arco, que lenta y continuamente se levantó durante el Jurásico-Cretácico Temprano, de manera que pasan de una fosa de ante-arco a condiciones someras y próximas a la emersión, que constituyen una tierra positiva al inicio de la tectónica del Cretácico Medio (Servais, 1982). Los intrusivos se asocian al emplazamiento del batolito de Sinaloa-Sonora durante la Orogenia Laramide y se relacionan directamente con la evolución de arco magmático activo, ocurrido durante el Cretácico al Oligoceno, debido a la convergencia de una placa oceánica contra el borde continental, cuya evolución tiene un largo período de desarrollo y por consiguiente varias etapas de magmatismo, así como varias etapas de vulcanismo. En el Mioceno se inicia la etapa tectónica extensional que imprime su sello a la morfología actual de la provincia Sierra Madre Occidental, caracterizada por una serie de fosas y pilares. Este período constituye el último paleo-régimen tectónico que afecta a la región, como consecuencia de los reajustes que se produjeron cuando cesó la convergencia de placas.

### **Estratigrafía**

La columna estratigráfica que aflora en la región está constituida por rocas cuya edad varía del Precámbrico al Reciente (Carta Geológico-Minera "Huatabampo" G12-6, Sonora, Sinaloa y Chihuahua, esc. 1:250,000, SGM 2000). A continuación se describen las distintas unidades litológicas en orden cronológico, de la más antigua a la más reciente: Precámbrico Las rocas más antiguas corresponden a un complejo metamórfico o metaplutónico correlacionado con el complejo Sonobari, constituido por gneises anfibolíticos, metatonalitas y metadioritas con un alto grado de deformación; tentativamente se les asigna una edad Precámbrico (?), aflora a manera de "colgantes" en un intrusivo granodiorítico por lo que se desconoce su relación con las demás unidades. Paleozoico El basamento estratigráfico de la región está constituido por una secuencia metamórfica de filitas, esquistos, pizarras y cuarcitas con esporádicos horizontes lávicos andesíticos intercalados. Se le ubicó en el Paleozoico (?) por correlación y similitud litológica con la Formación San José de Gracia del norte de Sinaloa, aunque es posible que también pueda pertenecer a la secuencia volcánico sedimentaria que se describe más adelante. Está afectada por un cuerpo intrusivo de composición granítico-granodiorítica de supuesta edad paleozoica que aflora al noreste de El Fuerte, Sinaloa Jurásico Hacia el oriente aflora una secuencia compuesta de metaandesitas y tobas andesíticas, con intercalaciones de estratos delgados a gruesos de calizas y areniscas, cuya edad se ha asignado al Jurásico Tithoniano-Cretácico Albiano, correlacionable con el Terreno Guerrero. El análisis bioestratigráfico en un horizonte de calizas de la base de esta secuencia, al sur de la localidad minera de Lluvia de Oro, reporta una edad Jurásico Tithoniano tardío, con base en el contenido fósil faunístico. Es importante destacar que esta unidad Jurásico-Cretácico esta siendo cabalgada por la secuencia de posible edad paleozoica. Cretácico Sobreyaciendo concordantemente a la unidad anterior, aflora en la porción centro-oriental, un paquete de rocas calcáreas de estratificación masiva (arrecifales), con horizontes de lutita intercalados, que ha sido datado bioestratigráficamente en el Albiano; sin embargo, se ha observado que, al norte del estado, estos cuerpos calcáreos tienen un rango estratigráfico que abarca al Cenomaniano-Turoniano y ocasionalmente al Maestrichtiano. Paleógeno En el Terciario Paleoceno-Eoceno ocurre una actividad volcánica representada por una secuencia de andesitas y tobas andesíticas, distribuidas en la región oriental, las cuales descansan en

discordancia sobre las unidades del Jurásico y Cretácico; con esto se define el Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental. La secuencia andesítica es seguida por un período de erosión que origina el relleno de cuencas continentales depositándose areniscas y conglomerados polimícticos que cubren parcialmente a las unidades anteriores, cuyos componentes se derivan de las secuencias sedimentarias cretácicas y de los derrames andesíticos. El Oligoceno está caracterizado por un vulcanismo de tipo efusivo compuesto por tobas riolíticas e ignimbritas, con brechas riolíticas y riolitas esporádicas, que afloran en las zonas más elevadas de la región oriental. Su posición estratigráfica se determinó por correlación con rocas similares de la Sierra Madre Occidental, MC Dowell y Clabaugh (1981) datan y cartografían dos grandes secuencias de rocas ígneas, cuyo contacto marca un periodo intermedio de calma la primera y más antigua la forman rocas principalmente intermedias con grandes cuerpos batolíticos de edades que varían entre 100 y 45 Ma. La segunda más joven representada por rocas ignimbriticas y riolíticas con edades entre los 34 y 27 Ma; de acuerdo con lo anterior y por correlación y posición estratigráfica la unidad se ubica en el Oligoceno. Descansan discordantemente cubriendo a los depósitos continentales y a la secuencia andesítica del Terciario Paleoceno-Eoceno. Sobreyaciendo concordantemente a la unidad de tobas riolíticas e ignimbritas del Oligoceno, aflora una amplia gama de unidades depositadas durante el Mioceno; que incluyen tobas riolíticas con andesitas basálticas, la que de manera contemporánea se depositó con la unidad clástica de relleno, conformada de conglomerados polimícticos y areniscas. Este depósito clástico es a su vez cubierto por tobas riolíticas, riolitas, tobas riolíticas y por basaltos. Finalmente, estas unidades están cubiertas por un depósito clástico compuesto de conglomerados y areniscas de edad Terciario Plioceno. Neógeno El Cuaternario Pleistoceno incluye sedimentación clástica de conglomerados polimícticos y areniscas, que presentan un cambio de facies a areniscas y conglomerados polimíctico. El vulcanismo basáltico está representado por brechas volcánicas basálticas y basaltos. Finalmente, el Cuaternario Holoceno lo integran depósitos aluviales, conformados por limos y arenas; así como sedimentos eólicos, palustres, litorales y lacustres.

Tabla IV-6 Clasificación del Tipo Geomorfológico (Marsh, 1978). Fuente: mopu, 1981.

Pendiente en grados	Proceso de erosión y deposito	Textura del suelo	Tipo geomorfológico
60°-90 °	Alteración atmosférica y movimiento de masas (desprendimiento de rocas y deslizamientos).	Ninguna roca madre compacta	Escarpe, Cuesta Risco
20°-40 °	Escorrentía, depósito de rocas	Muy gruesa	Taludes y cono de desmoronamiento
5°-10°	Depósito fluvial*	Gruesa con mezcla de arena, limo y arcilla	Pie de ladera o terraza

0°-5°		Arcillas, limos, arenas con partículas mayores	Llanuras de inundación
-------	--	--	------------------------

#### IV.3.2.3.2 Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana (Ver Figura 3-17). Estas zonas son un reflejo de la frecuencia de los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De acuerdo al Instituto de Geofísica de la UNAM, el área de estudio se encuentra en la zona B.



Figura IV-3 Regiones sísmicas de México Fuente: CFE. Manual de diseño de obras civiles. Instituto de Geofísica de la UNAM. El punto en rojo representa una aproximación del sitio donde se localiza el proyecto.

#### IV.3.2.3.3 Suelo

Los suelos de mayor distribución en la Microcuenca pertenecen al tipo regosol y litosol. Se distribuyen en la totalidad de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental y porción sur de la Provincia Costera del Pacífico enmarcadas en el estado de

Sinaloa. Estos suelos tienen poco desarrollado, representando fases netamente líticas y de profundidad somera. El litosol es un suelo sin desarrollo aparente, de escasa profundidad, con texturas gravosas y angulares, reflejando propiedades de la roca que le da origen, siendo inclusive la roca misma, dichos suelos se encuentran en la porción Sur de la Microcuenca.

**Un Luvisol** es un Grupo de Suelos de Referencia del sistema World Reference Base for Soil Resources (WRB) y un tipo de suelo del sistema francés RP (Referencia Pedológica). Luvisoles se desarrollan dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas. El término deriva del vocablo latino luere que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro.

El regosol, se localiza al norte de la Microcuenca, hacia el límite con la Provincia Costera del Pacífico, donde su enclave topográfico permite el desarrollo del suelo de composición variada y desarrollo de texturas arenosas y limosas. Este suelo, incluye importantes concentraciones de litosol. Tanto el regosol como el litosol, presentan poco espesor y generalmente cubren a la roca firme, permiten el rápido escurrimiento y una infiltración insignificante.

**Los regosoles** (del griego reghos, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como "ócrica", que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

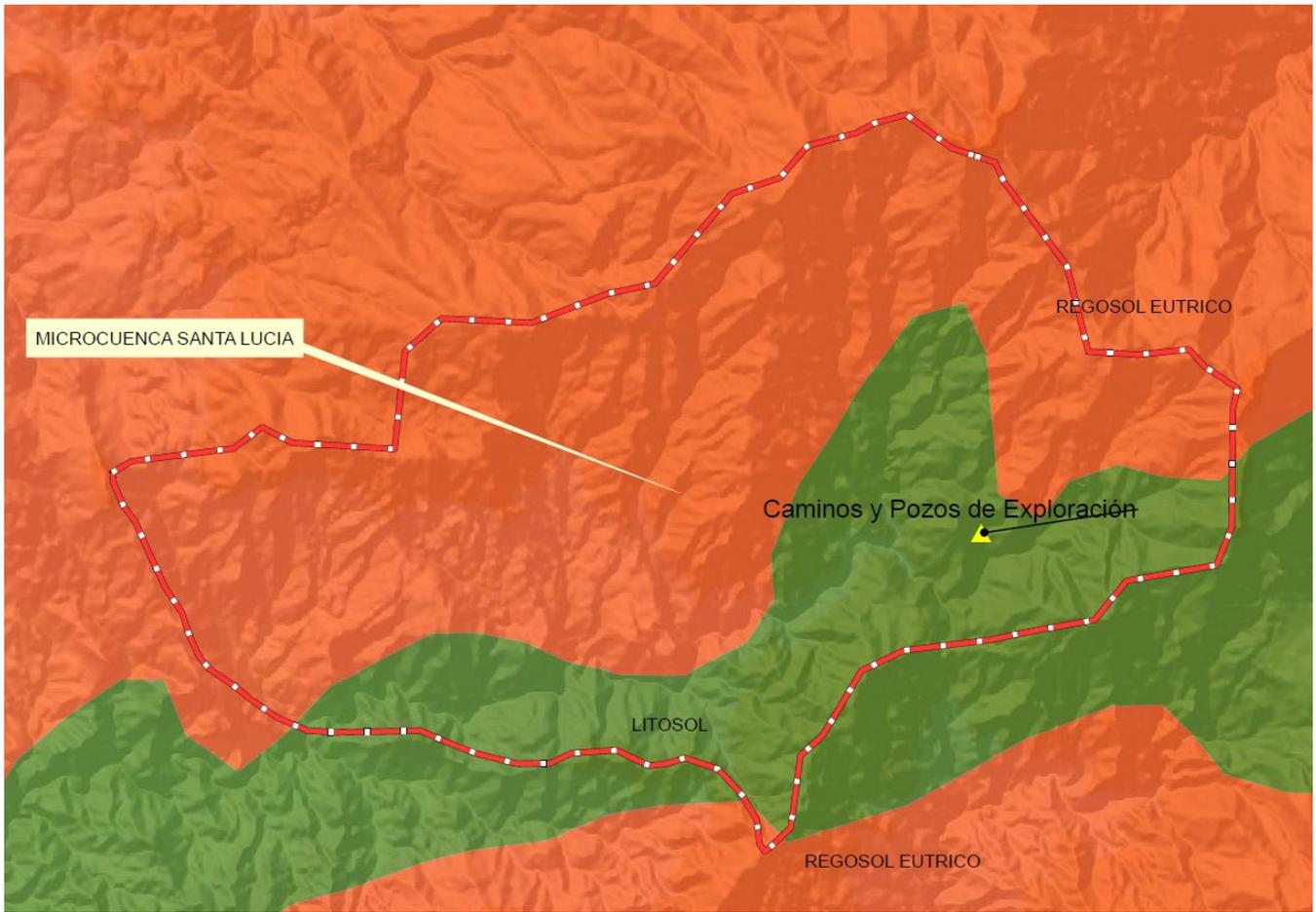
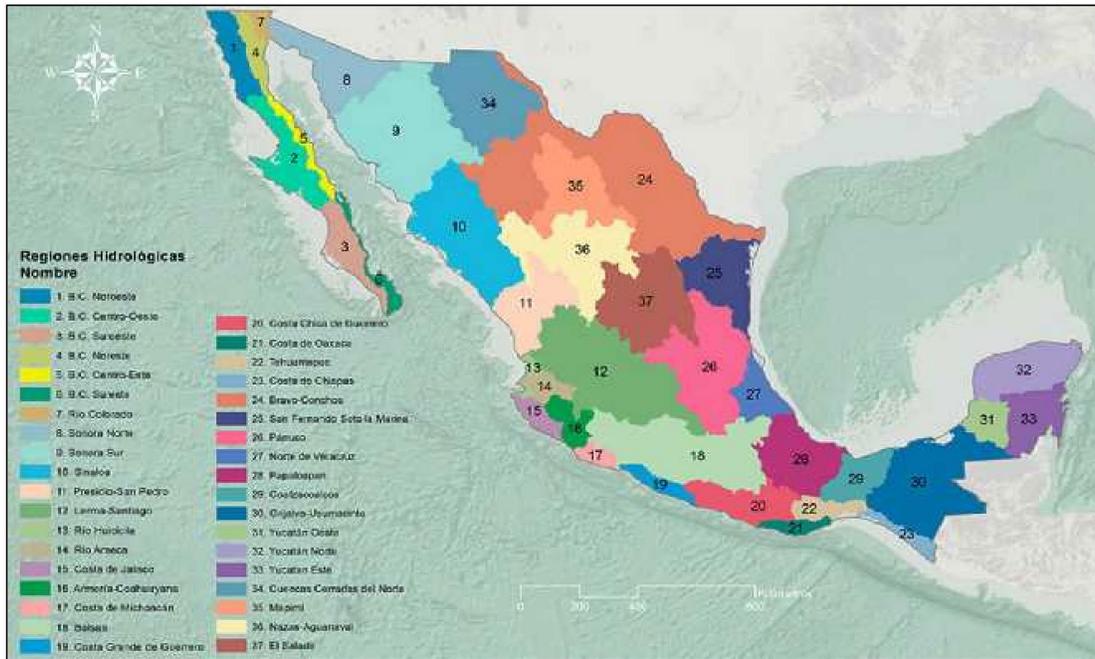


Figura IV-4 Mapa de Edafología 1:250,000

#### IV.3.2.4 *Hidrología*

##### *IV.3.2.4.1 Hidrología superficial*

En México están establecidas 37 Regiones Hidrológicas (RH) que agrupan a las 731 cuencas hidrológicas del país. Cada región contiene al menos una cuenca, a la vez que ninguna cuenca está incluida en más de una región hidrológica (Ver Figura IV-5)



**Figura IV-5 Regiones Hidrológicas**

El área de estudio, así como la del proyecto incide en la RH 11 “Presidio-San Pedro”

La región hidrológica RH 11 PRESIDIO –SAN PEDRO. Está caracterizada por corrientes que descienden de los flancos de la Sierra Madre Occidental y desembocan en el Océano Pacífico, se encuentra ubicada en el noroeste del país, incluye parte de los estados de Nayarit, Durango y Sinaloa, tiene una superficie total de 52,000 km<sup>2</sup>., de los cuales 8425.26 km<sup>2</sup> pertenecen a Sinaloa, la extensión de esta región dentro de la entidad corresponde a una gran parte de las cuencas de los ríos: Acaponeta, Baluarte y Presidio.

**Cuenca hidrológica (D) Río Presidio.**

Se ubica en la porción sureste del estado en el noroeste de la región hidrológica 11, tiene una superficie total de 7309.47 km<sup>2</sup> de los cuales 3924.09 km<sup>2</sup> ., pertenecen a Sinaloa la ocurrencia de precipitación media anual oscila alrededor de 1,006.63 mm; su geometría es de forma alargada con orientación hacia el noroeste encontrándose limitada por el norte con la cuenca del río Piaxtla, al sur con la cuenca del río Baluarte, al oriente con la parte alta del río San Pedro y al suroeste con el Océano Pacífico. Subcuenca hidrológica: (c), “El río Presidio es la corriente superficial de mayor importancia tiene su inicio al unirse el río Quebrada de La Ventana con el río Altares 1.5 km., al oeste del rancho Agua Caliente en el estado de Durango, haciendo un recorrido total de 125 km. hasta desembocar al Océano Pacífico; posee una pendiente general de 0.30% con dirección preferente hacia el suroeste. Por ambas márgenes recibe gran cantidad de afluentes de tipo intermitente considerándose los de mayor importancia los arroyos: Tesquino, que se une a la altura de la localidad Zopilote y La Concordia que tiene confluencia a 1 km., al suroeste de Tepuxtla por la margen izquierda. Dentro de la cuenca existen 6 estaciones hidrométricas, pero sólo 2 se encuentran dentro de la entidad; la estación Tapichagua que se ubica aproximadamente a 2 km., al sureste del poblado

Tecamate, la cual consignó un volumen medio anual de 682.99 millones de m<sup>3</sup>, durante el período comprendido de 1955-1968, la otra estación es la Siqueiros ubicada al poniente del poblado de Siqueiros y sobre el río Presidio que aforó un volumen de 983.85 millones m<sup>3</sup>, durante el período 1956-1981.

### Arroyos intermitentes

En conjunto, la cuenca presenta numerosos afluentes intermitentes con cauces bien definidos y subcolectores de segundo y tercer orden.

### Análisis de la calidad del agua.

La descripción de la calidad del agua está dada en base a los análisis químicos efectuados a muestra tomadas de: canales, bordos, presas, arroyos y lagunas, llegándose a la conclusión de que la calidad del agua superficial para fines de riego de dulce a salada (datos obtenidos en Cartas INEGI, 1981).



Figura IV-6 Corrientes de agua en la microcuenca

#### IV.3.2.4.2 Hidrología subterránea

Esta zona comprende una extensión superficial de aproximadamente 321 km<sup>2</sup>., se localiza al sureste del estado y al suroeste de la región hidrológica 11, Presidio - San Pedro. El valle presenta una orientación norte-sur, sus límites naturales al norte, sur y este es formado por rocas graníticas, que texturalmente son de constitución impermeable, actúan como barrera al flujo del agua subterránea, mientras al oeste se encuentra limitada por el Océano Pacífico. El acuífero en explotación se constituye por depósitos fluviales del Cuaternario y por depósitos clásticos del Terciario. Los sedimentos del Cuaternario son conglomerados, gravas, arenas y limos, localizados en los cauces y zonas de inundación del río y arroyos. Estos materiales son fragmentos angulosos y redondeados de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, constituido por conglomerados, clásticos gruesos, gravas y arenas con matriz areno-arcillosa. En general el acuífero es permeable. El volumen medio anual de extracción de agua subterránea asciende a 67.2 millones de m<sup>3</sup>., que es extraída mediante la operación de 79 pozos, 105 norias.



Figura IV-7 Acuíferos existentes dentro de la Microcuenca

### IV.3.3 Medio biológico.

#### IV.3.3.1 *Vegetación microcuena (Área de estudio-AE)*

Un inventario actualizado de plantas vasculares nativas de México registra 23,314 especies, distribuidas en 2,854 géneros, 297 familias y 73 órdenes. La flora incluye 1,039 especies de helechos y licofitas, 149 gimnospermas y 22,126 angiospermas. Por su número de especies, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial; entre los países continentales ocupa el segundo por el número de especies endémicas (alrededor del 50%) (Villaseñor 2016).

Tomando como base la información publicada en la “Serie VI de Uso de Suelo y Vegetación” del INEGI (2016), se confirma que las superficies del Sistema ambiental como del proyecto se encuentran ubicadas tanto en áreas forestales como en usos de suelo que se encuentran clasificados como no forestales. El uso de suelo de acuerdo al polígono del proyecto es Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia, así como la condición de pastizal inducido.

La variación fisiográfica y climática manifestada por la presencia de la zona húmeda al sur, así como la variable altitudinal de 0-2 710 msnm, hacen de Sinaloa un área con variados hábitats. Además, la presencia de la Provincia de la Sierra Madre Occidental de la región Mesoamericana de Montaña con influencia del Reino Holártico, la Provincia de la Planicie Costera del Noroeste de la Región Xerofítica Mexicana y la Provincia de la Costa Pacífica de la Región Caribe del Reino Neotropical (Rzedowski, 2006). Aunque todavía desconocido se ha reportado una riqueza florística total de 3 737 especies (ubicándolo en el lugar 21 a nivel nacional, con relación a este tópico (Villaseñor-Ríos, 2016; Amador-Cruz et al., 2017).

A continuación, se describen, los tipos de vegetación registrados y definidos para en el Sistema Ambiental (SA) y el área del proyecto (AP); se presentan listados florísticos para ambas superficies, además se hace la revisión de las probables especies protegidas; se analiza el estado de conservación de las comunidades vegetales y los posibles impactos relacionados con las actividades del proyecto.

Para la definición de los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental delimitado y su relación con la evaluación de impacto ambiental, se realizó una revisión documental basada en la Carta F13-2 “El Salto” de Uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI, escala 1:250 000, se hicieron recorridos in situ, como puntos de verificación directa, para el área del Sistema ambiental y Área de proyecto con la finalidad de validar dicha información (Ver Figura IV-8). A continuación, se describe cada uno de los tipos registrados para el Sistema ambiental.

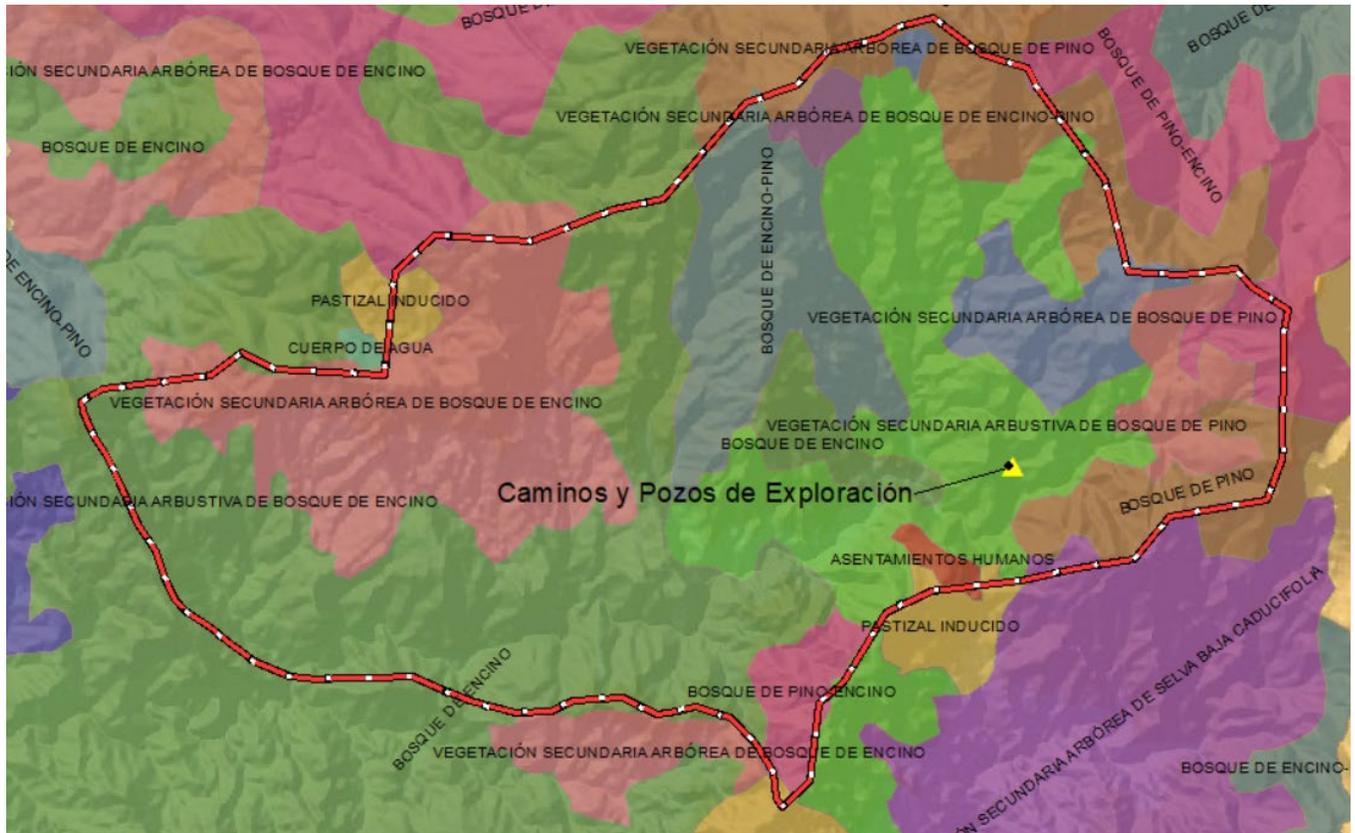


Figura IV-8 Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental y área del proyecto

#### IV.3.3.2 **Vegetación secundaria arbustiva Bosque de Encino (BQ)**

También conocido como “encinares” por Miranda y Hernández X. (1963), son comunidades vegetales que se encuentran recurrentemente en las zonas montañosas de México. Se le localiza en la zona transicional de los pinos y las selvas tropicales. El bosque de encino es junto con el bosque de Coníferas constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo, sin embargo, pueden encontrarse en algunas zonas con clima caliente y en condiciones francamente húmedas. Está formado por elementos con una altura desde los 4 hasta los 30 m, pudiendo ser muy abiertos o muy densos. Se le observa desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud, salvo en las condiciones muy áridas, en todos los estados de la república a excepción de Quintana Roo y Yucatán.

Aunque se desconoce con exactitud la cuantía de los encinares en México, se cree que el territorio alberga entre 150 y 200 especies (Rzedowski, 1978). Estas comunidades presentan una amplia distribución latitudinal y altitudinal a nivel nacional, es por ello que algunos encinares tropicales se encuentran relacionados con vegetación de selvas medianas subcaducifolias y bajas caducifolias, desarrollándose a bajas altitudes en terrenos accidentados a lo largo de la Sierra Madre del sur y de la Sierra Madre Occidental. Estos encinares se encuentran de manera intermitente desde Oaxaca hasta Nayarit (Pennington y Sarukhán, 2005).

Las especies arbóreas que determinan esta comunidad pertenecen al género: *Quercus*, sin embargo, dentro de esta comunidad se llegan a presentar un conjunto de especies principalmente herbáceas de los géneros *Polypodium*, *Tillandsia*, *Catopsis*,

*Peperomia, Laelia, Epidendrum, Oncidium, Odontoglossum, Clematis, Smilax, Rhus, Archibaccharis, Solanum, Vitis, Rubus*, entre otros (INEGI, 2005; Rzedowski, 1978).

#### IV.3.3.3 **Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino (BP)**

Este es el tipo de vegetación es una comunidad siempre verde, constituida por árboles principalmente del género *Pinus* que crecen desde los 300 hasta los 4200 msnm. Presenta una amplia distribución en la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos de México, la cual está compartida en algunos casos por encinos (*Quercus* spp.). El rango de crecimiento de las especies es de entre 15 a treinta metros, además cuenta con un estrato inferior dominado por arbustos y un evidente contingente de herbáceas principalmente de la familia Poaceae. Su distribución alcanza desde los extremos norte y sur de Baja California, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico hasta la Sierra Madre del Sur (Oaxaca y las dos grandes sierras de Chiapas). Se les localiza en sitios con clima frío generalmente, sin embargo, llegan a habitar en zonas con temperatura caliente. Como se mencionó las especies dominantes en este tipo de vegetación pertenecen al género *Pinus*, y suelen asociarse por especies de los géneros *Arbutus, Buddleia, Alnus* y *Cupressus*. El suelo donde se desarrolla este tipo de vegetación es muy variable suelen ser de color rojo más o menos arcillosos derivados de basaltos o cafés derivados de andesitas con texturas más livianas, son frecuentes los suelos oscuros sobre todo por encima de los 3000 m sobre el nivel del mar.

#### IV.3.3.4 **Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia**

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” ya sea arbórea o arbustiva que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

La vegetación de la cual surge la vegetación secundaria es la selva baja caducifolia, la cual es también conocida como bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). Es un tipo de vegetación que se desarrolla en climas del trópico húmedo y subhúmedo en condiciones de anegación total del suelo en la temporada de lluvias, que se seca durante el estiaje, y constituyen el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas (Pennington y Sarukhán 1998).

Este tipo de vegetación se caracteriza porque cerca de la totalidad de las especies de esta comunidad pierden sus hojas por un periodo de 5 a 8 meses, que justamente concuerda con la época seca del año, se distribuye principalmente hacia la vertiente Pacífica, mientras que en la del Golfo se presenta en franjas aisladas. Esta comunidad presenta un gran porcentaje de la flora del país debido a las condiciones tan diversas de los sitios en donde se desarrolla. Por lo general en la Selva baja caducifolia, el estrato dominante es el arbóreo donde sus integrantes crecen en un rango de 3 a 15 m de altura, los arbustos, herbáceas y bejucos se presentan con menor frecuencia, sobre todo en los meses secos del año.

La Selva Baja Caducifolia se desarrolla preferentemente en laderas pedregosas con suelos someros, arenosos o arcillosos con un fuerte drenaje superficial. Los sustratos geológicos de los que se derivan son muy variables. Se desarrolla a una altitud que va desde los 0 hasta los 1800 m sobre el nivel del mar y en promedio de los 200 a los 1500 m.

Este tipo de vegetación ocupa una franja pequeña en el suroeste del estado de Chihuahua, tocando porciones de Sonora y Sinaloa. Predomina en las laderas y fondos de las barrancas con una altura de entre 300 hasta 2000 msnm.

Las especies que recurrentemente se presentan en esta comunidad vegetal están representadas por los géneros *Heliocarpus, Jatropha, Vachellia, Leucaena, Pachycereus, Prosopis, Eysenhardtia, Gyrocarpus, Lysiloma, Haematoxylon, Pithecellobium*,

*Amphipterygium*, *Cochlospermum*, Ceiba, pero sin duda uno de los géneros emblemáticos de la Selva baja caducifolia es *Bursera*, el cual presenta una gran cantidad de especies.

Dentro de los polígonos seleccionados para exploración es importante mencionar que se localizan áreas con fuerte perturbación, por actividades principalmente pecuarias. En dichas superficies fue posible el registro de las siguientes especies: Estrato arbóreo: *Bursera fragilis*, *B. lancifolia* (papelillo), *B. penicillata* (copal), *Vachellia campechiana* (cucharito), *Lysiloma divaricatum* (tepemezquite) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (órgano). De los arbustos están *Celtis pallida* (granjeno), *Randia* (caca de gato), *Forestiera acuminata*, *Zanthoxylum fagara*, *Opuntia leptocaulis* (nopal) *Croton sonorae*, *Mimosa wrightii*, *Karwinskia humboldtiana* (negrito, cacachila) y *Cnidoscopus* sp. De las herbáceas están presentes *Bidens gentryi* (borreguilla), *Sonchus* sp. *Tetramerium nervosum*, *Melampodium perfoliatum*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Pectis prostrata* (coninillo), *Cucurbita foetidissima* (hierba de la víbora), *Cnidoscopus angustidens subsp. angustidens* (ortiguilla), *Glandularia pumila*, *Lantana camara*, *Aristida ternipes*, *Chamaesyce hirta*, *Schizocarpum palmeri*, *Galinsoga quadriradiata* (estrellita), *Cyclanthera minima*, *Elytraria imbricata* y los géneros *Salvia*, *Bouteloua aristidoides*, *B. curtipendula*, *B. radicata*, *Crotalaria pumila*, entre otras.

#### IV.3.3.5 **Pastizal inducido**

Este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de gramíneas introducidas, se desarrolla a partir de la pérdida de vegetación nativa. Es una comunidad vegetal de origen antropogénico que se produce por la perturbación a las comunidades vegetales primarias de la zona, con fines agropecuarios. En condiciones naturales se presenta bajo la interacción del clima, suelo y biota. Se considera, principalmente, como un producto derivado de las actividades humanas. El pastizal inducido en ocasiones se acompaña por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Se desarrolla en las zonas donde la vegetación natural ha sido desmontada y actualmente se utilizan como potreros o zonas de cultivo abandonadas. Presentan vegetación herbácea con dos niveles: El estrato arbustivo superior conformado por hierbas con tamaños de 1 a 3 metros.

#### IV.3.3.6 **Vegetación secundaria**

Según el Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación INEGI en esta categoría se incluyen los diferentes sistemas manejados por el hombre y que constituyen los usos del suelo a partir de la modificación de la cobertura vegetal, en este gran grupo se incluyen los siguientes conceptos:

- Agrícola.
- Pecuaria.
- Forestal.
- Acuáticas

Abarcan los usos agrícolas permanentes, nómadas, temporales, de riego, anuales semipermanentes y permanentes incluso se manejan los conceptos de bosque cultivado y pastizal cultivado. La actividad pecuaria incluye principalmente el grupo de ganado con bovino, ovino, caprino y equino. En lo referente a forestal se trata de los usos que se les da a los recursos forestales de aprovechamiento maderable y no maderable.

La vegetación secundaria en esta superficie, se conforma por especies indicadoras de disturbio constante, de las cuales la mayoría pertenecen a las familias Poaceae, Fabaceae y Asteraceae.

Más que una comunidad vegetal, se presenta como una condición, la cual se caracteriza por poseer especies originadas por la afectación humana, es decir elementos vegetales que se derivan de comunidades que han sido severamente perturbadas a lo

largo del tiempo, debido a actividades antrópicas como agricultura, ganadería, incendios, población, extracción de material geológico y vivienda, entre otras, mismas que han modificado el uso de suelo original.

En las “Áreas de Agricultura”, principalmente de temporal, se encuentra una gran cantidad de especies espinosas asociadas a vegetación secundaria como es el caso de las especies del género *Acacia ssp.*, *Nicotiana glauca* (tabaquillo del diablo), *Ruellia occidentalis*, *Aster spinosus*, *Gomphrena decumbens*, *Ambrosia confertiflora*, *Opuntia engelmannii* (nopal), *Xanthium strumarium* (cadillo), *Lycium berlandieri* (garambullo), entre otras.

#### IV.3.3.7 **Áreas con uso agrícola y pecuario**

En algunas superficies se localizó actividad agrícola y pecuaria, en especial con fines de agostadero.

En las “Áreas de Agricultura”, principalmente de temporal, se encuentra una gran cantidad de especies espinosas asociadas a vegetación secundaria como es el caso de las especies del género *Acacia ssp.*, *Nicotiana glauca* (tabaquillo del diablo), *Ruellia occidentalis*, *Aster spinosus*, *Gomphrena decumbens*, *Ambrosia confertiflora*, *Opuntia engelmannii* (nopal), *Xanthium strumarium* (cadillo), *Lycium berlandieri* (garambullo), entre otras.

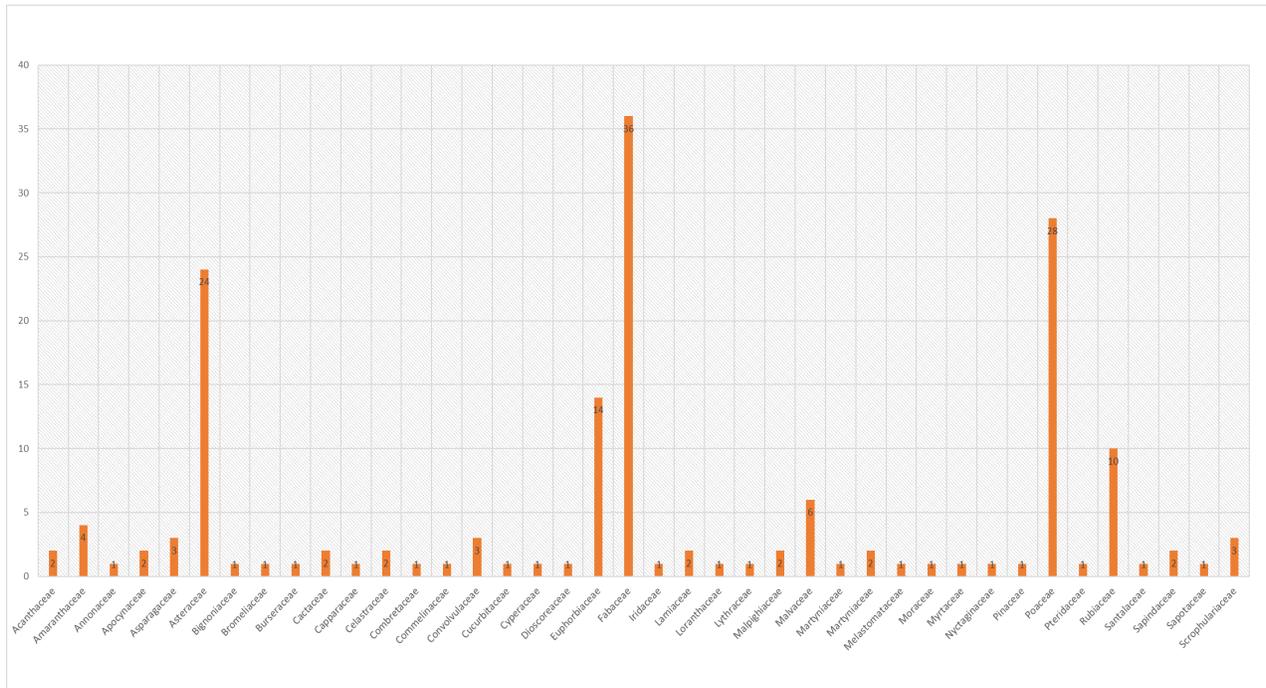
#### IV.3.3.8 **Florística del Sistema ambiental**

Para la obtención del número total de familias, géneros y especies que se encontraron en el Sistema ambiental, en el entendido de que el listado de esta superficie surge a partir de revisión de literatura, así como recorridos directos en la zona, así como los que derivaron de los muestreos realizados, en la Tabla IV-7 se presenta la diversidad de la vegetación potencial localizada en el Sistema ambiental. En cuanto al número de taxones, fue posible el registro de 183 especies de plantas vasculares, agrupadas en 45 familias y 140 géneros (Ver Tabla IV-7 y Gráfica IV-5).

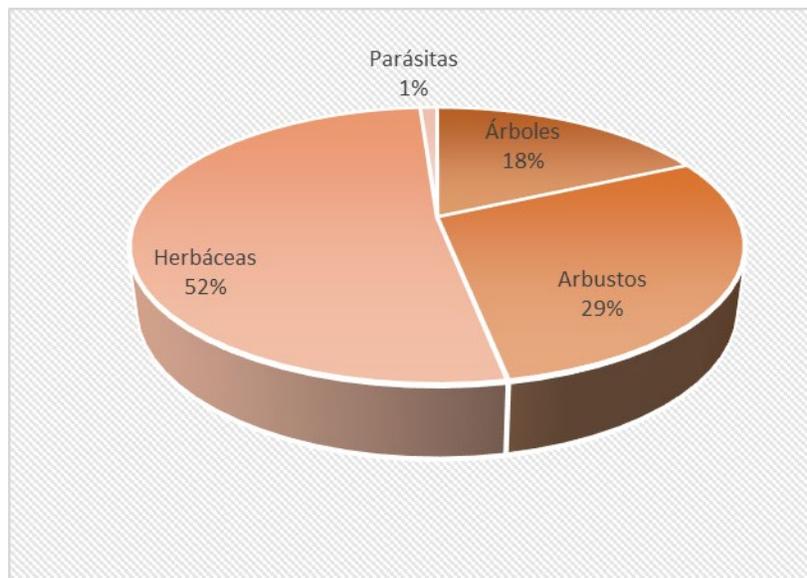
Tabla IV-7 Diversidad por clases botánicas en el Sistema ambiental.

Clase	Familias	Géneros	Especies
<b>Polypodiopsida</b>	1	1	1
<b>Pinopsida</b>	1	1	1
<b>Magnoliopsida</b>	36	109	145
<b>Liliopsida</b>	7	29	36
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>140</b>	<b>183</b>

Las familias o grupos más diversos (Ver Gráfica IV-5) fueron Fabaceae 36 especies seguido de Poaceae con 28, Asteraceae con 24, Euphorbiaceae con 14, Rubiaceae con 10, Malvaceae con 6, Solanaceae y Verbenaceae con 5, Amaranthaceae con 4, Asparagaceae, Convolvulaceae y Scrophulariaceae con 3 y el resto de las familias con dos y un integrante. Cabe mencionar, que, las primeras tres familias de plantas son las que no con poca frecuencia se presentan como dominantes en otras superficies (Ver Gráfica IV-5 y Tabla IV-7).



**Gráfica IV-5 Diversidad de especies por familia en el Sistema ambiental, las barras en color gris representan el número de especies por familia.** En el caso de la diversidad por forma biológica, el grupo más heterogéneo fue el estrato herbáceo, donde se obtuvo un total de 95 especies (52%), seguido del estrato arbustivo con 53 taxa (29%) y por último el estrato arbóreo con un total de 33 especies (18%), además de 2 especies con forma de vida Parásitica (Ver Gráfica IV-6).



**Gráfica IV-6 Riqueza por forma biológica**

**Especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, en el Sistema ambiental.**

De acuerdo con las especies registradas tanto en campo como resultado de la revisión bibliográfica, no se encontraron especies protegidas por la Nom-059-Semarnat-2010 (DOF, 2019).

#### IV.3.3.9 **Metodología**

El trabajo se desarrolló en dos vertientes: trabajo de gabinete y trabajo de campo:

En gabinete se revisaron fuentes bibliográficas de trabajos florísticos realizados para la región, bases de datos, NOM-059-SEMARNAT-2010 y demás trabajos que sirvieron de respaldo para la determinación de las especies observadas y colectadas en campo. Dicha literatura fue un respaldo sustancioso para obtener la identidad, protección e importancia de los taxones. Además de lo anterior como parte de las actividades de gabinete se preparó el escrito, listados florísticos, imágenes, tablas, mapas y demás información necesaria para la obtención del apartado de este apartado.

En este sentido, el listado florístico del Sistema ambiental se completó con registros tanto de trabajos realizados para la región, así como de colectas realizadas para la zona o en su caso de bases de datos disponibles, mientras el listado florístico generado para el área de CUSTF es el resultado de las colectas y registros de especies (en sus diferentes formas de vida) registrados solo en las áreas que se verán intervenidas por el proyecto y por tanto, en este caso la literatura consultada solo sirve como apoyo para obtener su identificación, en ningún momento se incorporan en la lista del área de CUSTF especies que no fueron registradas en tal área. El acomodo de las familias, géneros, especies, subespecies y variedades se arreglaron en orden alfabético bajo los criterios de clasificación propuestos por Dahlgren et al. (1985) para monocotiledóneas y en gran medida APG III (2009) para dicotiledóneas en su sentido amplio. La nomenclatura de los géneros y especies se cita de acuerdo con las bases de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2019).

Además de lo anterior, se estimó el estado de conservación de la vegetación con base en la presencia de especies indicadoras de disturbio y se identificaron aquellas con estatus de conservación, además se indagará sobre el uso de la flora en el área.

#### **Trabajo de campo**

Se realizaron recorridos en el Sistema ambiental y en la superficie del Área de CUSTF con un equipo de trabajo conformado por 2 integrantes (1 especialista 1 dos técnicos).

##### **Muestreo**

El muestreo fitosociológico además de ayudarnos a conocer los estratos e individuos que conforman la comunidad vegetal, también es un procedimiento mediante el cual se obtiene información de campo representativa, útil para la toma de decisiones, sobre la cuantificación de los recursos forestales.

La metodología de muestreo utilizada fue se indica en la Figura IV-9 donde, para el caso del estrato arbóreo se parte del punto central de muestreo (árboles) o pivote central se hace un recorrido en la superficie ocupan los 20 m a partir de este punto y otros 20 hacia atrás con 6 m de ancho, en esta superficie se registran todos los individuos arbóreos con 7 cm de diámetro al 1.30 m de altura. En el caso de los estratos arbustivo y herbáceo, quedan anidados en el muestreo arbóreo 4 sitios de muestreo para cada uno de estos estratos. El muestreo arbustivo se trata de un cuadrado de 3 m x 3 m, donde en esta superficie se tomará el largo por el ancho de cada individuo presentes en la superficie, mientras que, el muestreo herbáceo consta de 1 m x 1 m, en este caso, se registrará la superficie en % de cada uno de los individuos presentes en esta superficie (Ver Figura IV-9).

Como se deriva de esta descripción metodológica, se precisa también que las coordenadas registradas para cada sitio corresponden específicamente al pivote central de cada sitio de 240 m<sup>2</sup>. Para fines de ubicación de cada una de las subparcelas anidadas correspondientes a los estratos arbustivo y herbáceo, se hace referencia al rumbo franco (N, E, S y O) de cada uno de ellos.

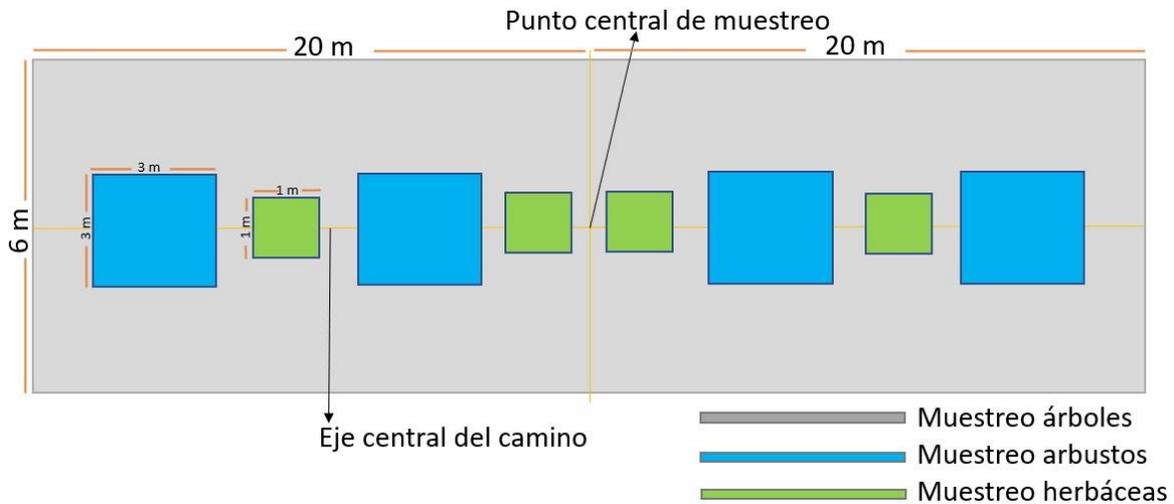


Figura IV-9 Diagrama del Muestreo de Cuadrantes circulares de puntos anidados.

#### IV.3.3.10 Esfuerzo de muestreo

Considerando que en cada muestreo del estrato arbóreo se anidan cuatro subparcelas de arbustos y cuatro de herbáceas y, en el entendido de realizar una comparación equitativa entre las superficies de Sistema ambiental y las de la superficie de CUSTF, entonces para el Sistema ambiental fueron realizados 4 muestreos para el estrato arbóreo y por lo tanto 16 para los estratos arbustivo y herbáceo respectivamente, (Ver Figura IV-10 y Anexos:, BD Vegetación). Es importante puntualizar que, tanto en el Sistema ambiental como en la de CUSTF los muestreos se realizaron en áreas con condiciones similares en cuanto a elementos vegetales, esto con el fin de realizar una comparativa (Cap. VI) entre las comunidades similares localizadas dentro y fuera del área de cambio de uso de suelo.

En la Tabla IV-8 y Figura IV-10 se presenta el número de muestreos y coordenadas de localización por estrato de los muestreos realizados, aclarando que las coordenadas corresponden al pivote central del estrato arbóreo, por su cercanía con las subparcelas de otros estratos.

Tabla IV-8 Muestreos realizados en el Sistema ambiental

CUSTF	Coord. N	Coord. E	ASNM
1	2592867	413641	1214
2	2593100	413820	1220
3	2593316	414043	1334
4	2593359	413794	1253
Sistema ambiental	Coord. N	Coord. E	ASNM
5	2592867	413641	1214
6	2591937	413488	1207
7	2588695	410340	1056
8	2591697	411702	1203

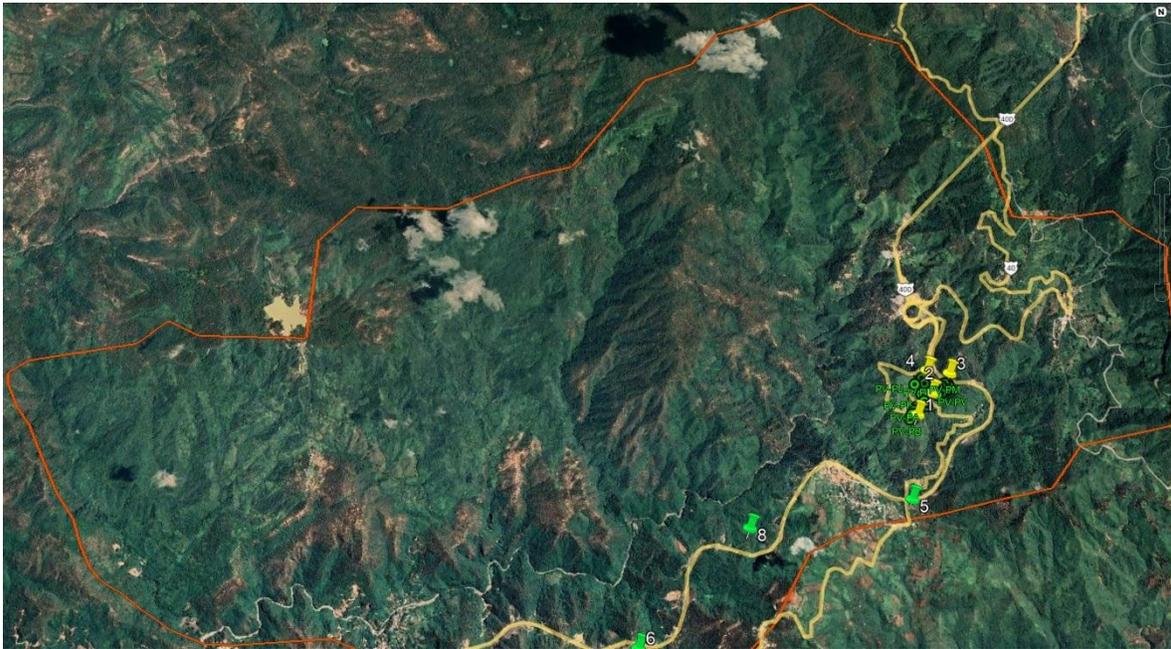


Figura IV-10 Vista de los sitios de los muestreos realizados, donde los tachones en color amarillo representan los muestreos para el área de CUSTF, mientras que los de color verde son los hechos en el Sistema ambiental

Los datos recogidos en campo se vaciaron en bases de datos de la cuales se generaron las memorias de cálculo, para su posterior análisis estadístico y análisis ecológicos mediante los Índices de diversidad, así como la Abundancia, Densidad y Frecuencia relativas mediante el índice de Valor de Importancia (Ver Figura IV-11).

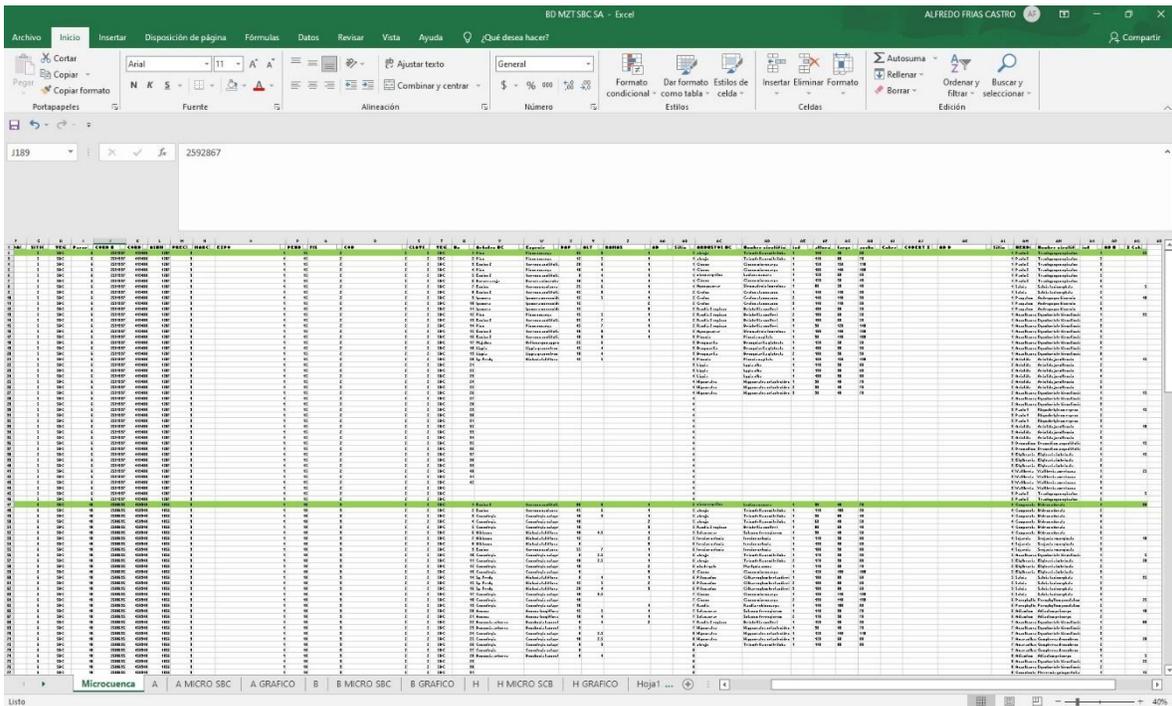


Figura IV-11 Base de datos con la información recabada en campo para los tres estratos (árboles, arbustos y hierbas)

Se presentan en Anexos las memorias de cálculo del Sistema ambiental, coordenadas de sitios de muestreo (Anexo: Índices vegetación, BD Vegetación), así como planos generados para este punto.

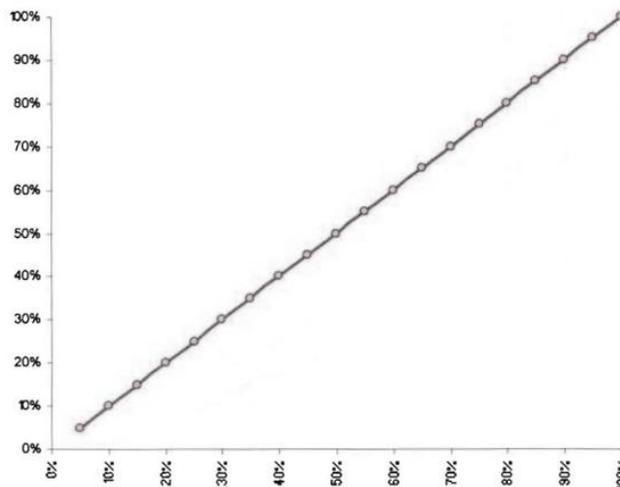
### Análisis vegetación

Curva de acumulación de especies

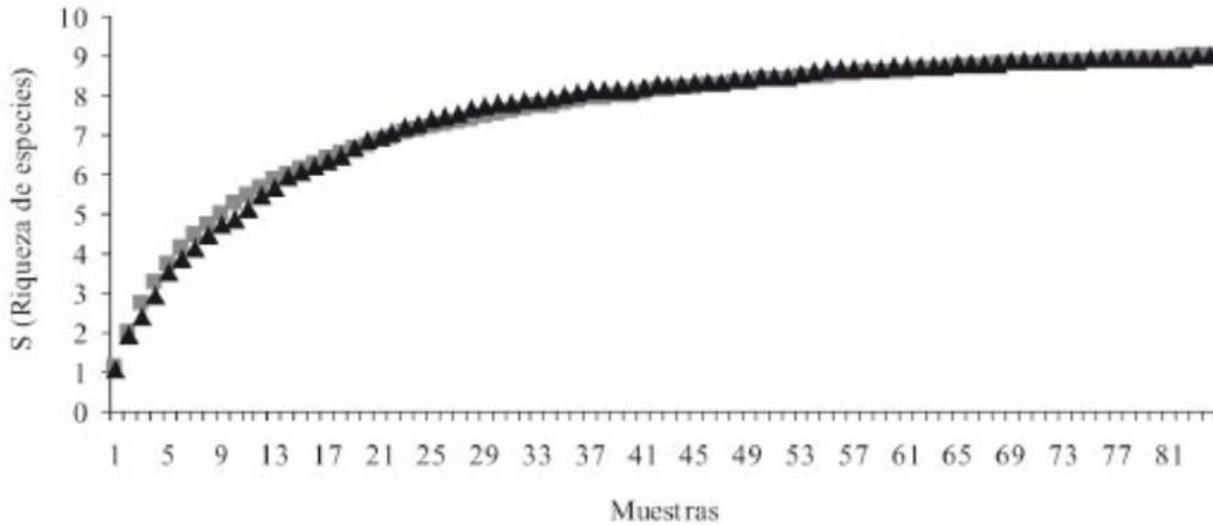
Curva de acumulación de especies

La representatividad del esfuerzo de muestreo fue evaluada mediante curvas de acumulación de especies observadas (función MaoTau), especies estimadas con Bootstrap, recíproco del índice de Simpson ( $1/D$ ), además de que se calculó índice de Shannon ( $H'$ ), mediante el software EstimateS 9.1 (Colwell 2013). Cada curva se construyó con 1,000 combinaciones aleatorias sin reemplazo.

Para comprobar si el muestreo fue representativo y el tamaño de muestra fue el indicado, se aplicó una curva de acumulación de especies para cada uno de los tres estratos (árboles, arbustos y herbáceas) por tipo de vegetación utilizando el software EstimateS 9.1 (Colwell 2013). En esta curva se representa mediante gráficas la aparición de especies conforme a los muestreos; lo anterior es posible de acuerdo al incremento de los individuos. La gráfica podría representar dos situaciones: Cuando la curva no alcanza la asíntota (ver Gráfica IV-7), representa que el muestreo es insuficiente y se requieren incrementar el número de éstos, porque están apareciendo nuevos individuos de especie distinta. Por otro lado, cuando la curva se estabiliza (Ver Gráfica IV-8) indica todo lo contrario, es decir, que no es necesario realizar más muestreos.



Gráfica IV-7 Curva de acumulación de especies para un muestreo incompleto, se observa que la curva no muestra una tendencia asíntótica.



Gráfica IV-8 Curva de acumulación de especies para un muestreo adecuado.

## Resultados

A continuación, se presenta el análisis realizado en la unidad de análisis Sistema ambiental

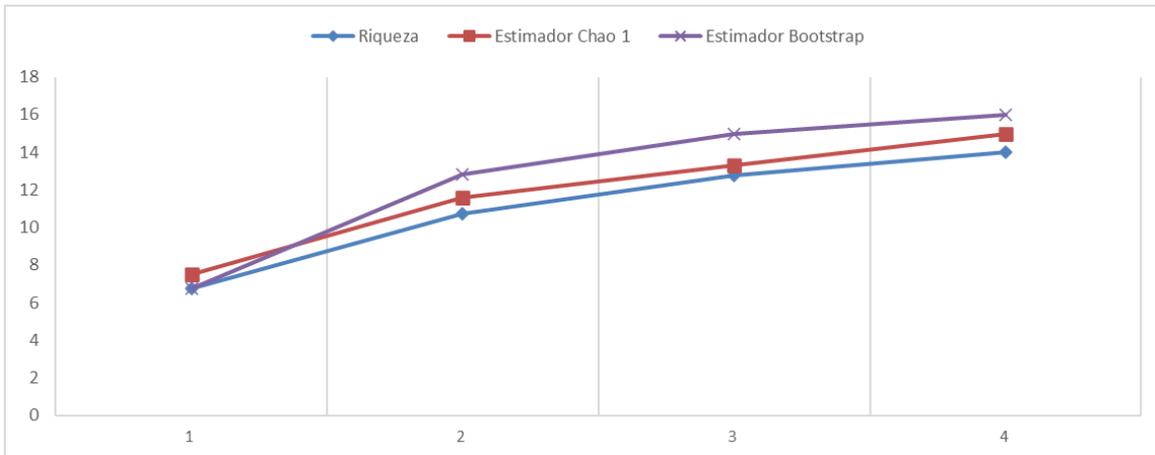
### Sistema ambiental

Los resultados obtenidos demuestran que el esfuerzo de muestreo fue representativo por forma de vida, como se muestra a continuación:

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

### Estrato arbóreo

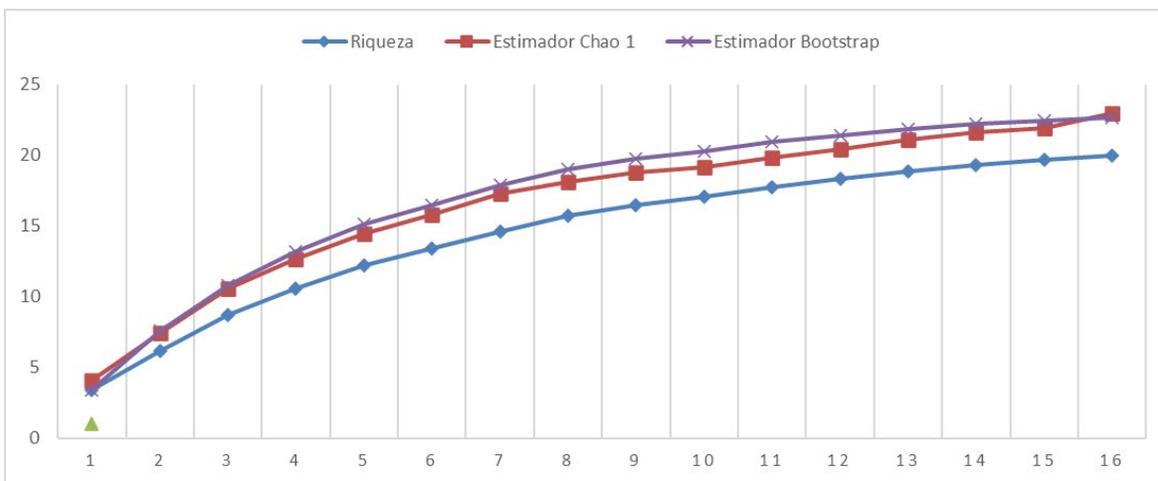
Para el estrato arbóreo se analizaron 4 sitios de muestreo, con los que, se obtuvieron 14 especies de las cuales, dos especies *Bursera simaruba* y *Cecropia obtusifolia* se catalogan como singletons (con un solo registro en los muestreos). La curva de acumulación de especies sugiere que el muestreo es adecuado para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de especies arbóreas (Ver Gráfica IV-9).



**Gráfica IV-9 Curvas de acumulación de especies del estrato arbóreo**

### Estrato arbustivo

En el caso del estrato arbustivo se realizaron 16 muestreos, mediante los cuales se obtuvieron 20 especies, de las cuales 3 resultaron catalogadas como singletons (con un solo registro en los muestreos). La curva de acumulación de especies sugiere que el tamaño de muestra es apta para llevar a cabo un análisis conveniente de la diversidad de especies del estrato arbustivo tal y como muestra la Gráfica IV-10 donde es evidente que la curva alcanza la asíntota.

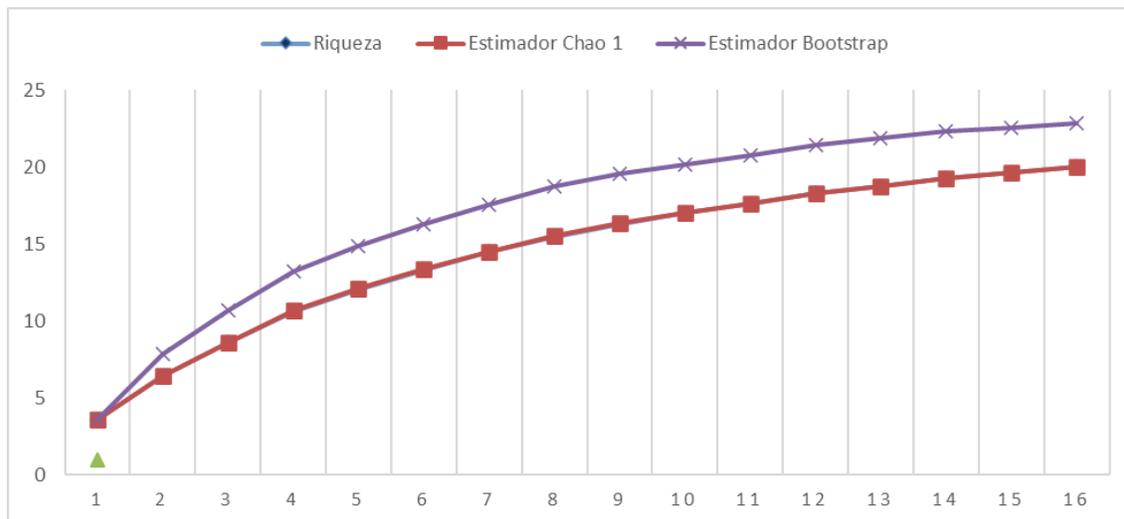


**Gráfica IV-10 Curvas de acumulación de especies del estrato arbustivo**

Los estimadores utilizados sugieren que se obtuvo casi el 100% del predicho, toda vez que, el estimador más riguroso fue Chao 1, mismo que predice la aparición de una especie más con una mayor intensidad de muestreo. Ver Anexo: Índices de vegetación.

### Estrato herbáceo

En cuanto a las herbáceas, siguiendo la metodología de muestreo, al igual que el estrato arbustivo se realizaron 16 muestreos, mediante los que se obtuvieron 20 especies, de las cuales se registraron dos especies (*Dalechampia scandens* y *Porohyllum punctatum*) catalogadas como doubletons (con sólo dos registros en los muestreos realizados). La curva de acumulación de especies sugiere al igual que en los otros dos estratos, que el muestreo es confiable para llevar a cabo el análisis de diversidad de especies tal y como muestra la Gráfica IV-11. En la imagen se aprecia que la curva alcanza la asíntota.



**Gráfica IV-11 Curvas de acumulación de especies del estrato herbáceo.**

En la misma gráfica se aprecia que los estimadores trabajados no pronosticaron la aparición de más especies, hecho que corrobora la correcta aplicación del muestreo para el análisis de diversidad. (Ver Anexo: Índices de vegetación, BD Vegetación).

### Riqueza

El análisis de la diversidad vegetal por forma de vida se evaluó con la estimación de la riqueza de especies (número total de especies), diversidad de Shannon ( $H'$ ), dominancia de Simpson ( $D$ ), Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) y abundancia ( $A$ ) representada por el número total de individuos por área muestreada, o en su caso, por el porcentaje de cobertura. El análisis de la rareza de especies por forma de vida consideró a los singletons (especies con sólo un individuo en todas las muestras), doubletons (especies con sólo dos individuos en todas las muestras).

Las contribuciones de cada especie por cada forma de vida se estimaron con el índice de valor de importancia biológica (IVI) ver Anexo: Índices vegetación, BD Vegetación. Para ello se estimó una función aditiva de la abundancia y frecuencia relativas de cada especie. Aunado a esto se cuantifican las abundancias absolutas de las especies de árboles y arbustos que fueron expresadas como el número total de individuos por especie y por área total muestreada. En el caso de las herbáceas se estimó un porcentaje de cobertura promedio por especie para toda el área muestreada. Asimismo, se calculó la frecuencia absoluta y relativa de las especies de todas las formas de vida, y, además, se estimó el diámetro (cm) y altura (m) promedio para las especies de árboles, así como la altura (m) promedio de los arbustos.

### Diversidad

La diversidad vegetal se evaluó con el índice de ShannonWiener (H') mediante la fórmula:

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

En donde: S= Número de especies (riqueza)

$p_i$ = abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para una determinación más objetiva de la estructura florística, como lo menciona Acosta V. H., Araujo, P. A. e Iturre M. C. (2006), se requieren mediciones y definir indicadores que expresen la cantidad de individuos, su tamaño y su distribución espacial. El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros principales: abundancia (número de individuos), dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal) y frecuencia. Este índice es la suma de estos tres parámetros e indica el valor de importancia ecológica relativa de cada especie en la estructura y función de la comunidad vegetal, en este caso bajo estudio.

Ver el Índice de valor de importancia de las especies registradas en los muestreos del Sistema ambiental en el Anexo; Índices vegetación, BD Vegetación.

### IVI Sistema ambiental

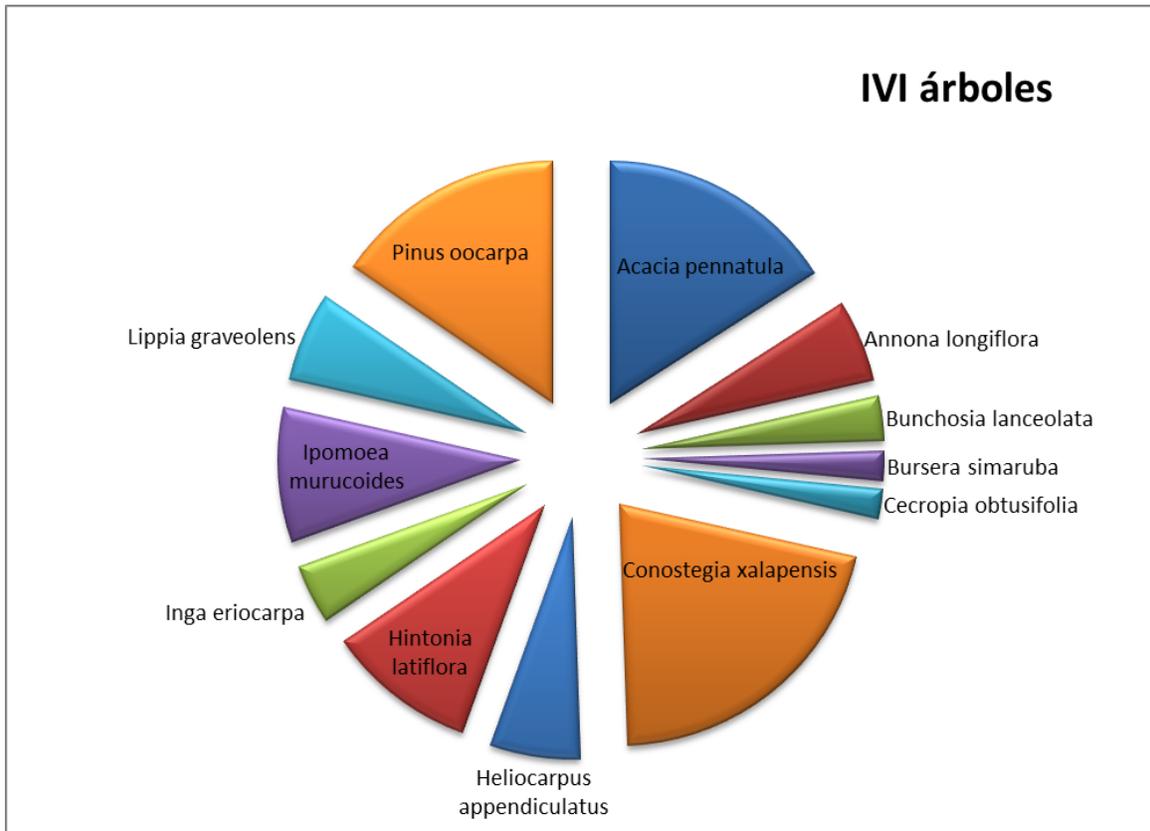
#### Estrato arbóreo

En la Tabla IV-9 y Gráfica IV-12 se presenta el IVI de las especies arbóreas localizadas dentro del Sistema ambiental, con base en los valores expuestos en dicha tabla se concluye que la repartición de las especies en esta superficie, muestra la clara dominancia de *Conostegia xalapensis*, *Acacia pennatula*, *Pinus oocarpa* y *Hintonia latiflora*. Tan solo estas especies representa el 52.87% del valor del IVI, lo que indica que la repartición de la comunidad en la superficie de SA es desigual, pero no en su totalidad ya que 10 especies presentan valores similares.

**Tabla IV-9 Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo- Sistema ambiental**

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Acacia pennatula</i>	29	18.35	3.85	18.4	40.56	13.52

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Annona longiflora</i>	5	3.16	7.69	3.2	14.02	4.67
<i>Bunchosia lanceolata</i>	3	1.90	3.85	1.9	7.64	2.55
<i>Bursera simaruba</i>	1	0.63	3.85	0.6	5.11	1.70
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0.63	3.85	0.6	5.11	1.70
<i>Conostegia xalapensis</i>	36	22.78	7.69	22.8	53.26	17.75
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	6	3.80	7.69	3.8	15.29	5.10
<i>Hintonia latiflora</i>	11	6.96	11.54	7.0	25.46	8.49
<i>Inga eriocarpa</i>	5	3.16	3.85	3.2	10.18	3.39
<i>Ipomoea murucoides</i>	12	7.59	7.69	7.6	22.88	7.63
<i>Lippia graveolens</i>	6	3.80	7.69	3.8	15.29	5.10
<i>Pinus oocarpa</i>	25	15.82	7.69	15.8	39.34	13.11
<i>Quercus acutifolia</i>	9	5.70	11.54	5.7	22.93	7.64
<i>Quercus castanea</i>	9	5.70	11.54	5.7	22.93	7.64
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>



Gráfica IV-12 Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo- Sistema ambiental

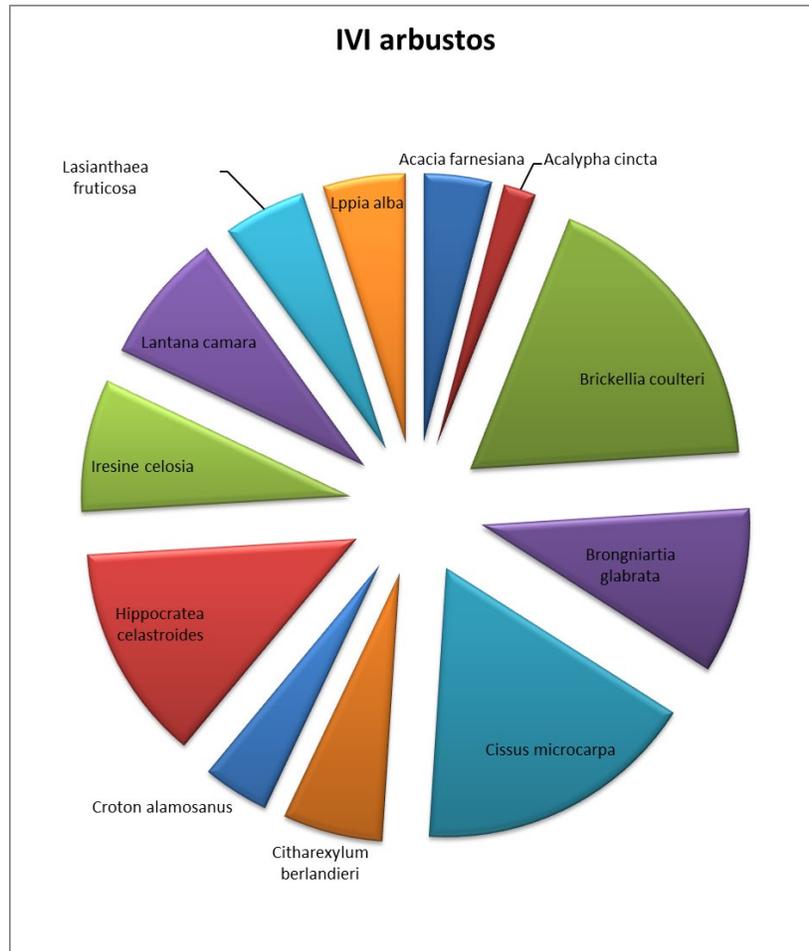
Estrato arbustivo

La Tabla IV-10 y Gráfica IV-13 presenta el IVI de las especies arbustivas localizadas en él, los valores mostrados en esta tabla manifiestan la dominancia, aunque no tan clara de las especies: *Brickellia coulteri*, *Cissus microcarpa*, *Triumfetta semitriloba* y, *Hippocratea celastroides* sobre las demás especies con casi el 41.2 % del valor del IVI, de acuerdo con estos datos, la repartición de las mismas en el Sistema ambiental muestra una importante desigualdad debido a la dominancia de estos taxones sobre las demás. Sin embargo, haciendo a un lado a estas cuatro especies, se podría considerar como que las especies se distribuyen con una ligera homogeneidad.

Tabla IV-10 Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo- Sistema ambiental

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Acacia farnesiana</i>	3	3.00	1.89	3.0	7.89	2.63
<i>Acalypha cincta</i>	1	1.00	1.89	1.0	3.89	1.30
<i>Brickellia coulteri</i>	12	12.00	11.32	12.0	35.32	11.77

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Brongniartia glabrata</i>	7	7.00	5.66	7.0	19.66	6.55
<i>Cissus microcarpa</i>	11	11.00	11.32	11.0	33.32	11.11
<i>Citharexylum berlandieri</i>	4	4.00	3.77	4.0	11.77	3.92
<i>Croton alamosanus</i>	3	3.00	1.89	3.0	7.89	2.63
<i>Hippocratea celastroides</i>	9	9.00	7.55	9.0	25.55	8.52
<i>Iresine celosia</i>	5	5.00	5.66	5.0	15.66	5.22
<i>Lantana camara</i>	5	5.00	5.66	5.0	15.66	5.22
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	3	3.00	3.77	3.0	9.77	3.26
<i>Lppia alba</i>	3	3.00	3.77	3.0	9.77	3.26
<i>Martynia annua</i>	1	1.00	1.89	1.0	3.89	1.30
<i>Pisonia capitata</i>	4	4.00	3.77	4.0	11.77	3.92
<i>Randia echinocarpa</i>	1	1.00	1.89	1.0	3.89	1.30
<i>Ricinus comunnis</i>	6	6.00	5.66	6.0	17.66	5.89
<i>Solanum ferrugineum</i>	3	3.00	3.77	3.0	9.77	3.26
<i>Solanum hazenii</i>	6	6.00	3.77	6.0	15.77	5.26
<i>Stemmadenia tomentosa</i>	3	3.00	5.66	3.0	11.66	3.89
<i>Triumfetta semitriloba</i>	10	10.00	9.43	10.0	29.43	9.81
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100	300	100



**Gráfica IV-13 Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo- Sistema ambiental**

**Estrato herbáceo**

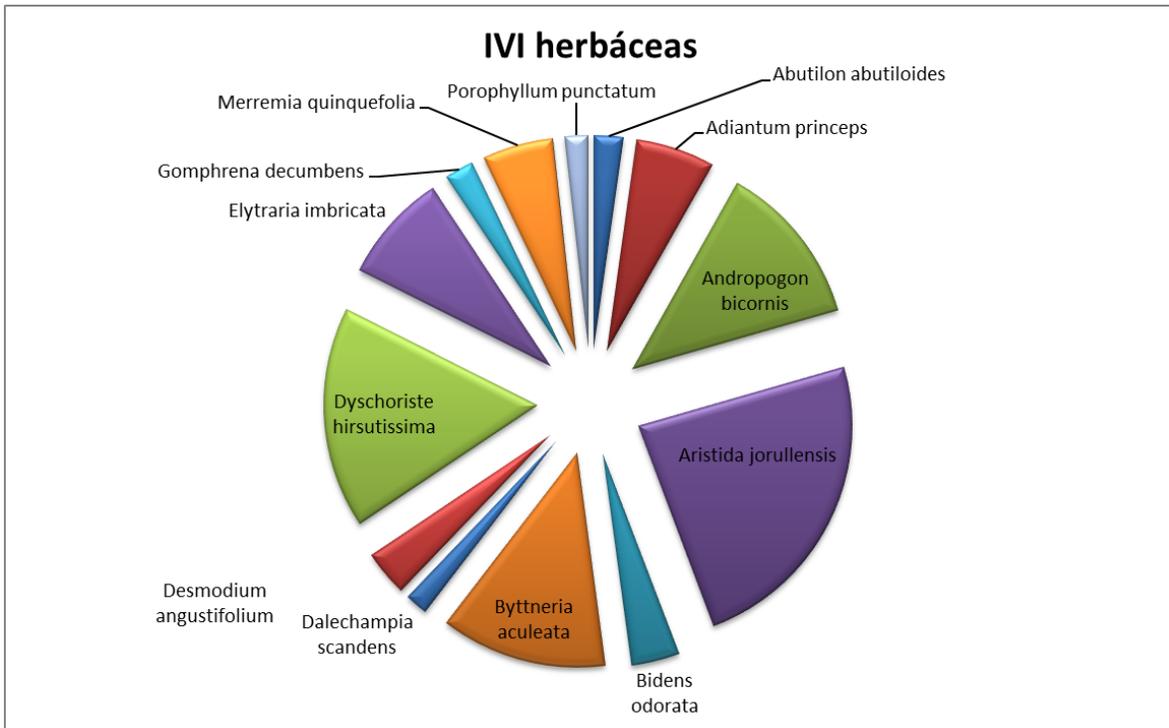
En la Tabla IV-11 y Gráfica IV-14 se presenta el Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato herbáceo localizadas en el Sistema ambiental, al igual que la comunidad de especies del estrato arbustivo, en él un universo de los 20 taxones herbáceos registrados, cuatro representan casi el 50% del total del IVI, (Aristida jorullensis, Dyschoriste hirsutissima, Byttneria aculeata y Andropogon bicornis).

**Tabla IV-11 Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo- Sistema ambiental**

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Abutilon abutiloides</i>	3	1.60	1.75	1.60	4.95	1.65
<i>Adiantum princeps</i>	6	3.19	7.02	3.19	13.40	4.47
<i>Andropogon bicornis</i>	18	9.57	8.77	9.57	27.92	9.31

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Aristida jorullensis</i>	37	19.68	14.04	19.68	53.40	17.80
<i>Bidens odorata</i>	6	3.19	1.75	3.19	8.14	2.71
<i>Byttneria aculeata</i>	20	10.64	7.02	10.64	28.29	9.43
<i>Dalechampia scandens</i>	2	1.06	1.75	1.06	3.88	1.29
<i>Desmodium angustifolium</i>	4	2.13	3.51	2.13	7.76	2.59
<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	24	12.77	12.28	12.77	37.81	12.60
<i>Elytraria imbricata</i>	11	5.85	7.02	5.85	18.72	6.24
<i>Gomphrena decumbens</i>	3	1.60	1.75	1.60	4.95	1.65
<i>Merremia quinquefolia</i>	8	4.26	3.51	4.26	12.02	4.01
<i>Porophyllum punctatum</i>	2	1.06	1.75	1.06	3.88	1.29
<i>Rhynchelytrum repens</i>	8	4.26	5.26	4.26	13.77	4.59
<i>Salvia lasiocephala</i>	8	4.26	5.26	4.26	13.77	4.59
<i>Serjania emarginata</i>	9	4.79	5.26	4.79	14.84	4.95
<i>Solanum rostratum</i>	4	2.13	3.51	2.13	7.76	2.59
<i>Trachypogon spicatus</i>	8	4.26	3.51	4.26	12.02	4.01
<i>Urochloa maxima</i>	3	1.60	1.75	1.60	4.95	1.65
<i>Waltheria americana</i>	4	2.13	3.51	2.13	7.76	2.59
<b>TOTAL</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

En este estrato, aunque 4 especies representan el 50% del total del IVI, existen 16 con valores similares por lo que la repartición de este grupo de plantas en la comunidad tiende a la igualdad.



Gráfica IV-14 Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo- Sistema ambiental

### Diversidad y equitatividad

#### Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

El índice de Shannon nos indica que los valores varían de 0.5-5, aunque su valor normal se presenta entre 2-3. Estos valores nos indican la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con altos valores evidentemente no pocas veces se dan en los bosques tropicales e incluso con valores superiores se presentan en los arrecifes de coral, por otro lado, los de menor diversidad se presentan en zonas desérticas o áreas con fuertes impactos ambientales.

Para el cálculo del índice Shannon-Wiener ( $H'$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

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

Dónde:

S= número de especies (riqueza de especies)

$p_i$  = abundancia relativa de la especie  $i$  (se obtiene de dividir el número de individuos de la  $X_i$  especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

Además, se utilizó el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'_{obs}}{H'_{max}}$$

Dónde:

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

$H'_{obs}$  = es el resultado de la diversidad de Shannon obtenida

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de CUSTF (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), fortaleciéndose con los valores obtenidos por el índice de equidad para tener una idea de la uniformidad en la comunidad.

Índice de equidad de Pielou

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Moreno, 2001).

Para obtener este índice se utiliza la ecuación:

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Donde:

H= diversidad

Hmax= diversidad máxima

Donde = Hmax = ln(S)

Ln= logaritmo natural

S = número de especies

Resultados

Con base al índice de Shannon Weiner ( $H'$ ) se calculó la diversidad tomando en consideración la riqueza y abundancia de las especies de acuerdo al estrato, como se presenta en la Tabla IV-12, Tabla IV-13 y Tabla IV-14.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener resulta en un nivel bajo, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta diversidad baja, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la desigualdad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

\* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

\*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner ( $H'$ ) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

Estrato arbóreo

**Tabla IV-12 Índice de Shannon desglosado por especie del estrato arbóreo- Sistema ambiental**

Arboles					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Acacia pennatula</i>	29	0.18	-1.6953	-0.3112
2	<i>Annona longiflora</i>	5	0.03	-3.4532	-0.1093
3	<i>Bunchosia lanceolata</i>	3	0.02	-3.9640	-0.0753
4	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.01	-5.0626	-0.0320
5	<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0.01	-5.0626	-0.0320
6	<i>Conostegia xalapensis</i>	36	0.23	-1.4791	-0.3370
7	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	6	0.04	-3.2708	-0.1242

Arboles					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
8	<i>Hintonia latiflora</i>	11	0.07	-2.6647	-0.1855
9	<i>Inga eriocarpa</i>	5	0.03	-3.4532	-0.1093
10	<i>Ipomoea murucoides</i>	12	0.08	-2.5777	-0.1958
11	<i>Lippia graveolens</i>	6	0.04	-3.2708	-0.1242
12	<i>Pinus oocarpa</i>	25	0.16	-1.8437	-0.2917
13	<i>Quercus acutifolia</i>	9	0.06	-2.8654	-0.1632
14	<i>Quercus castanea</i>	9	0.06	-2.8654	-0.1632
TOTAL		158			-
		$\sum ni=N$	$\sum ni=Pi$		$\sum pi \times \ln(Pi)$
Riqueza S=		14			
Resultado: H' =		2.2539415			
Resultado: J' =		0.8540707			

Ver los Índices de diversidad de las especies arbóreas registradas en los muestreos del Sistema ambiental en el Anexo: Índices vegetación, BD Vegetación.

Estrato arbustivo

Tabla IV-13 Índice de Shannon desglosado por especie del estrato arbustivo- Sistema ambiental

Arbustivos					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Acacia farnesiana</i>	3	0.0300	-3.5066	-0.1052
2	<i>Acalypha cincta</i>	1	0.0100	-4.6052	-0.0461
3	<i>Brickellia coulteri</i>	12	0.1200	-2.1203	-0.2544
4	<i>Brongniartia glabrata</i>	7	0.0700	-2.6593	-0.1861
5	<i>Cissus microcarpa</i>	11	0.1100	-2.2073	-0.2428
6	<i>Citharexylum berlandieri</i>	4	0.0400	-3.2189	-0.1288
7	<i>Croton alamosanus</i>	3	0.0300	-3.5066	-0.1052
8	<i>Hippocratea celastroides</i>	9	0.0900	-2.4079	-0.2167
9	<i>Iresine celosia</i>	5	0.0500	-2.9957	-0.1498
10	<i>Lantana camara</i>	5	0.0500	-2.9957	-0.1498
11	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	3	0.0300	-3.5066	-0.1052
12	<i>Lippia alba</i>	3	0.0300	-3.5066	-0.1052
13	<i>Martynia annua</i>	1	0.0100	-4.6052	-0.0461
14	<i>Pisonia capitata</i>	4	0.0400	-3.2189	-0.1288
15	<i>Randia echinocarpa</i>	1	0.0100	-4.6052	-0.0461
16	<i>Ricinus comunnis</i>	6	0.0600	-2.8134	-0.1688
17	<i>Solanum ferrugineum</i>	3	0.0300	-3.5066	-0.1052
18	<i>Solanum hazenii</i>	6	0.0600	-2.8134	-0.1688
19	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	3	0.0300	-3.5066	-0.1052
20	<i>Triumfetta semitriloba</i>	10	0.1000	-2.3026	-0.2303
TOTAL		100			-

Arbustivos					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
					2.794381788
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	20			
	Resultado: H' =	2.7943818			
	Resultado: J' =	0.9327876			

Ver los Índices de diversidad de las especies arbustivas registradas en los muestreos del Sistema ambiental en el Anexo: Índices vegetación, BD Vegetación.

Estrato herbáceo

Tabla IV-14 Índice de Shannon desglosado por especie del estrato herbáceo- Sistema ambiental

Herbáceas					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Abutilon abutiloides</i>	3	0.01596	-4.13783	-0.06603
2	<i>Adiantum princeps</i>	6	0.03191	-3.44468	-0.10994
3	<i>Andropogon bicornis</i>	18	0.09574	-2.34607	-0.22462
4	<i>Aristida jorullensis</i>	37	0.19681	-1.62552	-0.31992
5	<i>Bidens odorata</i>	6	0.03191	-3.44468	-0.10994
6	<i>Byttneria aculeata</i>	20	0.10638	-2.24071	-0.23837
7	<i>Dalechampia</i>	2	0.01064	-4.54329	-0.04833

Herbáceas					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
	<i>scandens</i>				
8	<i>Desmodium angustifolium</i>	4	0.02128	-3.85015	-0.08192
9	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	24	0.12766	-2.05839	-0.26277
10	<i>Elytraria imbricata</i>	11	0.05851	-2.83855	-0.16609
11	<i>Gomphrena decumbens</i>	3	0.01596	-4.13783	-0.06603
12	<i>Merremia quinquefolia</i>	8	0.04255	-3.15700	-0.13434
13	<i>Porophyllum punctatum</i>	2	0.01064	-4.54329	-0.04833
14	<i>Rhynchelytrum repens</i>	8	0.04255	-3.15700	-0.13434
15	<i>Salvia lasiocephala</i>	8	0.04255	-3.15700	-0.13434
16	<i>Serjania emarginata</i>	9	0.04787	-3.03922	-0.14549
17	<i>Solanum rostratum</i>	4	0.02128	-3.85015	-0.08192
18	<i>Trachypogon spicatus</i>	8	0.04255	-3.15700	-0.13434
19	<i>Urochloa maxima</i>	3	0.01596	-4.13783	-0.06603
20	<i>Waltheria americana</i>	4	0.02128	-3.85015	-0.08192
<b>TOTAL</b>		<b>188</b>			<b>-</b> <b>2.655009327</b>
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
<i>Riqueza S=</i>		20			
<i>Resultado: H' =</i>		2.6550093			
<i>Resultado: J' =</i>		0.8862639			

Ver los Índices de diversidad de las especies herbáceas registradas en los muestreos del Sistema ambiental en el Anexo: Índices vegetación, BD Vegetación.

#### IV.3.3.11 **Fauna**

El Estado de Sinaloa ocupa el puesto 13 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. El inventario de fauna silvestre de la entidad consta de 2.430 especies: 1.575 especies de invertebrados y 855 especies de vertebrados (117 especies de mamíferos, 487 de aves, 37 de anfibios, 114 reptiles y 100 de peces).

Los bosques de coníferas y de encino ocupan 21% de la superficie del país y tienen una riqueza florística de unas 7,000 especies, de las cuales 70% son endémicas (Rzedowski, 1991). Por esta razón, se ha propuesto que es la comunidad terrestre con mayor riqueza de taxa endémicos en el país (Toledo y Ordoñez, 1993) lo que da pie a una diversidad importante de vertebrados.

El desarrollo de las comunidades humanas implica la obtención de recursos, esta explotación de recursos debe realizarse de manera controlada para evitar la sobreexplotación de los recursos y por consecuencia el deterioro de la biodiversidad y la calidad ambiental, ya que esto puede repercutir en todo el ecosistema. Apegándose a la normatividad ambiental vigente para asegurar la preservación de la flora y fauna local.

La modificación de la vocación de la tierra puede implicar afectaciones para la flora y fauna locales llevándolos incluso a la pérdida de las poblaciones a nivel local por lo que se vuelven necesarios estos tipos de estudios para medir los siguientes parámetros:

Con la finalidad de dar una idea más clara de la estructura y composición faunística se establecieron los siguientes objetivos:

- Generar un inventario de la composición de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en la zona de estudio con base en trabajo de campo y estudios previos.
- Identificar las especies que puedan verse en riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010
- Elaborar un diagnóstico con base en los niveles de conservación del factor ambiental fauna silvestre a la fecha del estudio.

En el siguiente apartado se describen los métodos utilizados para realizar los muestreos de los cuatro grupos de vertebrados terrestres (aves, mamíferos, reptiles y aves), se debe señalar que con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna del área, sin embargo, se tiene información para establecer las características faunísticas.

El trabajo consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales.

## **Materiales y métodos**

### **El trabajo se dividió en tres partes:**

- 1) Revisión de literatura y de estudios previos en el sitio del proyecto y sus alrededores
- 2) Trabajo de campo en el área del proyecto
- 3) Trabajo de campo en el mismo tipo de vegetación que se encontró en área del proyecto, pero ubicados en área de estudio (Subcuenca).

Los muestreos de fauna se realizaron en una salida a campo dentro del periodo comprendido entre 25 al 26 de enero del 2022.

La metodología aplicada para cada grupo zoológico se describe a continuación.

### **Consulta de literatura**

Con la finalidad de obtener un listado potencial de las especies faunísticas presentes en la microcuenca se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen. La estimación de la riqueza faunística contenida dentro de la sub cuenca, fue hecha con base en trabajos zoológicos que se han realizado en áreas inmersas dentro de la superficie que circunscribe la zona y los datos reportados por el portal de la CONABIO (<http://geoportal.conabio.gob.mx/>).

### **Anfibios y reptiles**

Los muestreos para generar los registros de anfibios y reptiles se realizaron mediante 4 transectos en banda con una longitud de 300 m por 10 m de ancho, cubriendo una superficie de 1.2 ha en total (Sutherland, 2004) estas caminatas estuvieron compuestas por dos especialistas equipados con ganchos herpetológicos y pinzas tongs para la captura y manejo de estos vertebrados, se realizaron búsquedas intensivas en los distintos espacios en los que fuese probable encontrarlos, como: sobre árboles, bajo rocas, troncos, arbustos, suelo, etc.

La determinación de las especies se realizó utilizando las claves de Smith y Taylor (1948). Para el arreglo sistemático y para los nombres validos Wilson, et al, 2013a y Wilson, et al, 2013b.

### **Avifauna**

Debido al tipo de ecosistema en el sitio del proyecto se utilizó el método de transecto en banda para el registro de la avifauna, ya que al ser un ambiente con amplios espacios abiertos este método es el que mejor se ajusta a las características físicas del sitio y se disminuye la probabilidad del doble conteo de individuos lo que podría sobreestimar la avifauna del sitio (Bibby *et al* 2000, Bird Census Techniques).

Se realizaron 4 transectos con una longitud de 150 m y una anchura de 50 m a cada lado, abarcando así una superficie de 3 ha m en total. Dentro de esta superficie se registró a las aves que se observaron y escucharon.

Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2004): **E** para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), **CE** para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 km<sup>2</sup>), y **SE** para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

#### IV.3.3.12 **Materiales y métodos**

El trabajo se dividió en tres partes:

- 1) Revisión de literatura y de estudios previos en el sitio del proyecto y sus alrededores
- 2) Trabajo de campo en el área del proyecto
- 3) Trabajo de campo en el mismo tipo de vegetación que se encontró en área del proyecto, pero ubicados en área de estudio (Subcuenca)

Los muestreos de fauna se realizaron durante dos salidas a campo el 8 y 15 de mayo.

La metodología aplicada para cada grupo zoológico se describe a continuación.

#### IV.3.3.13 **Anfibios y reptiles**

La lista de especies potenciales se realizó consultando literatura sobre herpetofauna de la zona, bases de datos de la página del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y la base de CONABIO donde aparece la distribución de algunas especies.

Los muestreos para generar los registros de anfibios y reptiles se realizaron mediante transectos en banda con una longitud de 500 m por 10 m de ancho (Sutherland, 2004) estas caminatas estuvieron compuestas por dos especialistas equipados con ganchos herpetológicos y pinzas tongs para la captura y manejo de estos vertebrados, se realizaron búsquedas intensivas en los distintos espacios en los que fuese probable encontrarlos, como: sobre árboles, bajo rocas, troncos, arbustos, suelo, etc.

La determinación de las especies se realizó utilizando las claves de Smith y Taylor (1948). Para el arreglo sistemático y para los nombres validos Wilson, *et al*, 2013a y Wilson, *et al*, 2013b.

Se presentan en los *Anexos; Capítulo IV: Transectos de Anfibios y Reptiles* la ubicación con principio y final de cada transecto realizado para la búsqueda de herpetofauna dentro del predio.

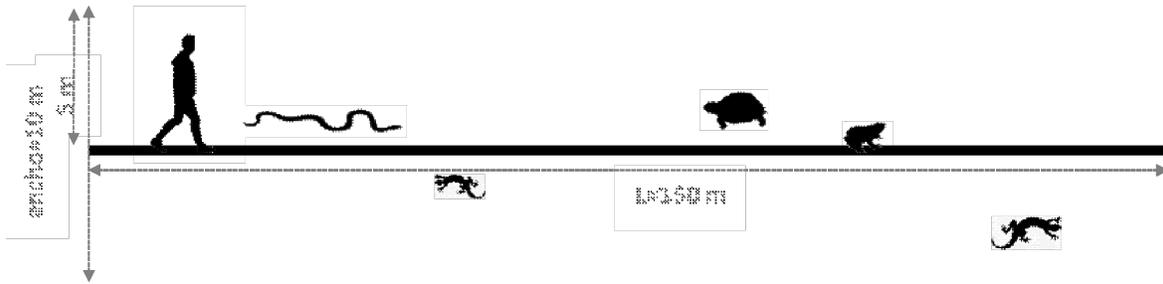


Figura IV-12 Esquema muestreo reptiles

#### IV.3.3.14 Aves

El listado de especies potenciales se realizó con base en distribuciones potenciales coincidiendo con cuatro criterios: bibliográfico, estacional, altitudinal, y fisiográfico. La bibliografía consultada implicó búsqueda de información científica publicada para la región.

Adicional a estas publicaciones mencionadas, se realizó una revisión de especies en bancos de datos en línea (AVIBASE 2012; NB 2012), cuyo rango de distribución pudiera no estar definido en las guías de campo consultadas (Howell y Webb 1995; Edwars 1998); además de los registros encontrados en el Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Para los trabajos de campo se realizaron recorridos de inspección con binoculares para registrar las especies de aves y abundancias localizadas en la zona (Ver Figura IV-13), se muestra después del amanecer entre las 08:30 y 12:00 hrs. Las especies de aves se identificaron utilizando las guías de campo Howell y Webb (1995), Sibley (2000) y National Geographic (2008). La nomenclatura taxonómica de las especies va de acuerdo a lo propuesto por la Unión Americana de Ornitología (AOU) siguiendo las modificaciones de Chesser *et al.* (2010).

Además, se utilizaron redes de niebla en algunos sitios de vegetación cerrada para capturar aquellas especies más esquivas, las cuales después de su identificación y recabar el archivo fotográfico fueron liberadas.

En los *Anexos; Capítulo IV: Sitios de Observación de Aves y Redes de Niebla* de los puntos de conteo dentro del predio.

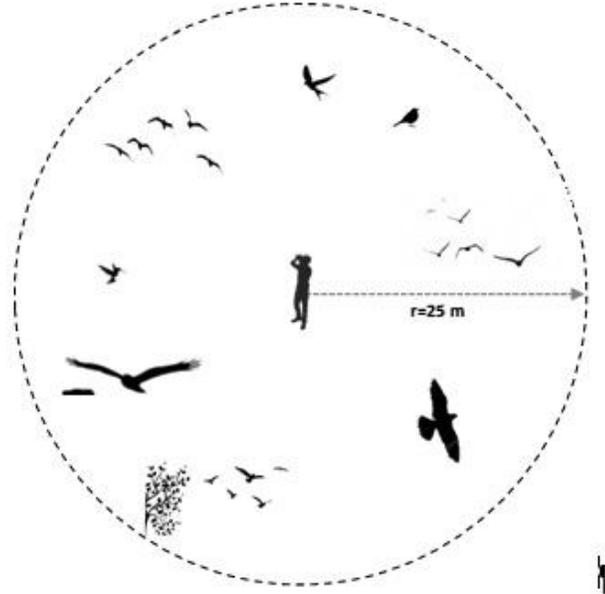


Figura IV-13 Recorridos de inspección con binoculares

#### IV.3.3.15 **Mamíferos**

Para obtener los listados potenciales de mamíferos se realizó la búsqueda en literatura científica (libros y artículos científicos) y en bases de datos de colecciones científicas nacionales e internacionales (<http://data.gbif.org>), considerando además los tipos de vegetación existentes para la zona de proyecto.

El trabajo de campo se realizó con base en dos salidas de campo en el área del proyecto. Para el muestreo de mamíferos se ubicaron los principales tipos de vegetación, para elaborar un plan de trabajo con las siguientes técnicas que a continuación se describen.

El muestreo de campo consistió en la búsqueda de evidencias de mastofauna empleando los métodos y técnicas ampliamente utilizadas que se describen líneas adelante. La diversidad biológica y las adaptaciones particulares de los distintos órdenes y tallas en mamíferos, obliga a emplear diferentes métodos distintos para la búsqueda y registro de las especies en campo, transectos en búsqueda de huellas, excretas y otras evidencias y la activación foto-trampas.

#### 1. Búsqueda de huellas y rastros

Se realizaron 10 transectos a pie tierra a lo largo de brechas y veredas a través del tipo de vegetación para la zona. En cada transecto se abarcó una longitud de al menos 200 m por 10 m de ancho en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término a la representatividad del tipo de vegetación en el sistema ambiental y en segundo término al terreno que permita la permanencia de huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000). Las unidades muestrales para el análisis estadístico son precisamente, los transectos mencionados.

Las especies capturadas fueron identificadas, fotografiadas y liberadas después de su registro. Los listados se elaboraron conforme a la nomenclatura de Ramírez-Pulido *et al.* (2005). Para la identificación de las especies se utilizó el libro “Los Mamíferos Silvestres de México” de Ceballos y Oliva (2005) y la “Guía de Identificación de Los Murciélagos de México” de Medellín, Arita y Sánchez (2007).

Se emplearon 5 trampas tipo Sherman activadas durante 1 noche y distanciadas aproximadamente 10 metros entre sí acomodadas a lo largo formando un transecto (Ver Figura IV-14). El cebo empleado fue una combinación de avena aromatizada con esencia de vainilla. Para estimar la abundancia relativa se consideraron las sugerencias y supuestos de Anderson *et al.* (1983) en el uso de trampas no letales para pequeños mamíferos.



**Figura IV-14 Muestreo de pequeños mamíferos**

Se presentan en los *Anexos; Capítulo IV: Mapa de Transectos con Trampas Sherman* la ubicación de los transectos para la búsqueda de rastros.

#### **Captura con redes de niebla.**

El muestreo de murciélagos se realizó utilizando dos redes de niebla (Ver Figura IV-15), de 12 m de largo por 2.7 m de altura. La operación de las redes fue de cuatro horas consecutivas por la noche. Éstas fueron colocadas cerca de cuerpos de agua, en zonas de fuentes de alimento y en lugares de posible tránsito de murciélagos.



**Figura IV-15 Redes de niebla para muestreo de murciélagos**

Las especies capturadas fueron identificadas, fotografiadas y liberadas después de su registro. Los listados se elaboraron conforme a la nomenclatura de Ramírez-Pulido et al. (2005). Para la identificación de las especies se utilizó el libro “Los Mamíferos Silvestres de México” de Ceballos y Oliva (2005) y la “Guía de Identificación de Los Murciélagos de México” de Medellín, Arita y Sánchez (2007).

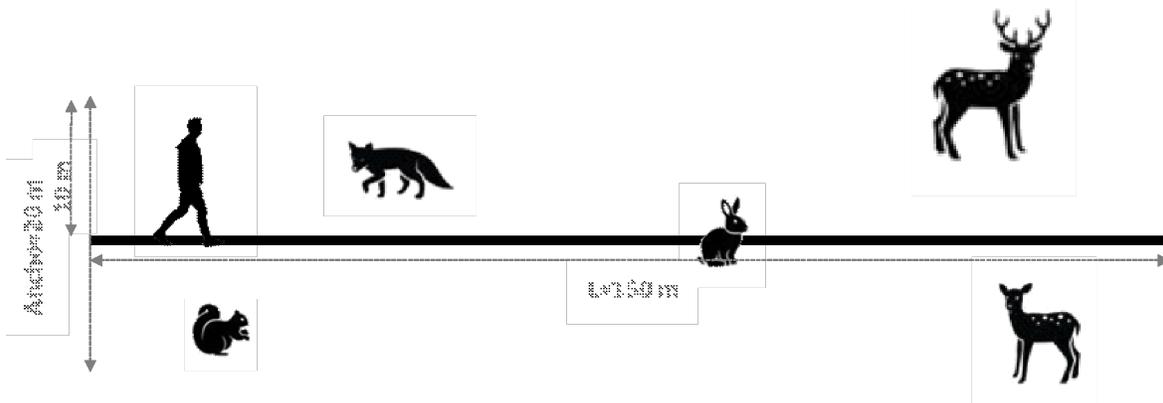


Figura IV-16 Esquema muestreo mamíferos

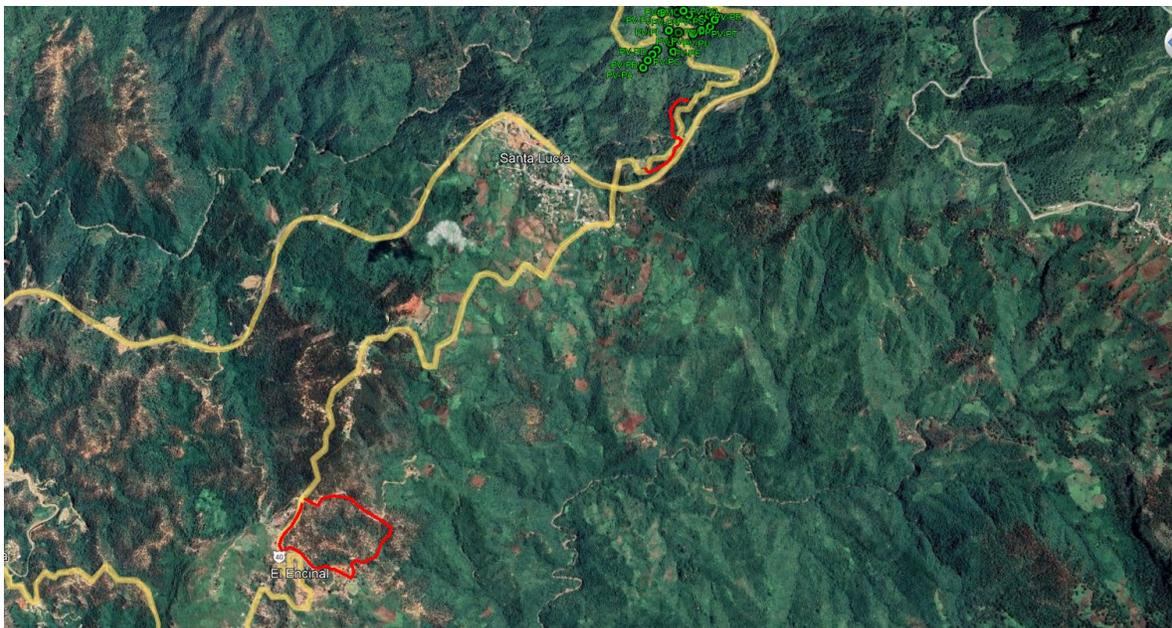


Figura IV-17 Mapa de muestreos de fauna en el área del proyecto

Tabla IV-15 Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna en el área del proyecto. Datum UTM WGS84 zona 13Q

Transectos				
FI D	Inicio		fin	
	X	Y	X	Y
1	413949.372	2592719.23	413877.786	2592448.97
2	413877.786	2592448.97	413707.279	2592183.21

3	411473.229	2589630.18	411876.505	2589592.07
4	411876.505	2589592.07	411902.804	2589181.57

IV.3.3.16 **Análisis de datos**

Tabla IV-16 Ecuaciones y modelos utilizados para la descripción de la fauna.

<b>Ecuaciones y modelos</b>	
<b>Abundancia y Abundancia relativa</b>	
<p>Abundancia: Número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).</p> <p>Abundancia relativa: Porcentaje de individuos de cada especie en relación al total que conforman la comunidad o subcomunidad.</p>	<p>Fórmula:</p> $Ab. rel = \frac{n_i}{N} (100)$ <p><math>n_i</math>= número de individuos de la <math>i</math> esima especie</p> <p><math>N</math>= Número de individuos de todas las especies</p>
<b>Frecuencia y Frecuencia relativa</b>	
<p>Frecuencia: Número de veces que aparece una especie en el total de los sitios de muestreo.</p> <p>Frecuencia relativa: Relación porcentual entre la frecuencia y la suma de todas las frecuencias de todas las especies.</p>	<p>Fórmula:</p> $f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$ <p><math>n_i</math>= Número de sitios de muestreo</p>
<b>Ocurrencia y Ocurrencia relativa</b>	
<p>Ocurrencia: Número de sitios de muestreo donde aparece una especie dada.</p>	<p>Fórmula:</p>

<p>Ocurrencia relativa (%) se interpreta como la proporción de los sitios de muestreo en la que se registró una especie dada.</p>	$\% \text{ de ocurrencia} = \frac{f_i}{Z} (100)$ <p><math>f_i</math>= número de sitios de muestreo donde se registró la <math>i</math>-ésima especie</p> <p><math>Z</math>= número de sitios de muestreo</p>
<p><b>Índice de diversidad de Shannon-Weaver</b> (Shannon y Weaver, 1949).</p>	
<p>La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo, el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (<math>H'</math>).</p> <p>El índice <math>H'</math> contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). En este sentido, el índice nos indica la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con los valores más altos de diversidad son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los de menor diversidad son las zonas desérticas.</p>	<p>Fórmula:</p> $H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$ <p><math>S</math>=número de especies (<a href="#">riqueza de especies</a>).</p> <p><math>P_i</math>= abundancia relativa de la especie <math>i</math> (se obtiene de dividir el número de individuos de la <math>X_i</math> especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).</p> <p><math>\ln</math>= logaritmo natural</p>
<p><b>Índice de equidad de Pielou</b> (Pielou, 1975; Moreno, 2001).</p>	

<p>Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.</p>	<p>Fórmula:</p> $J = \frac{H}{H_{max}}$ <p><math>H</math> = diversidad</p> <p><math>H_{max}</math> = diversidad máxima</p> <p><math>H_{max} = \ln(S)</math></p> <p><math>Ln</math> = logaritmo natural</p> <p><math>S</math> = número de especies</p>
<p><b>Índice de Dominancia de Simpson</b></p>	
<p>Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor dominancia de una especie; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat.</p>	$\lambda = \sum pi^2$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\lambda</math> es el índice de dominancia</li> <li>• <math>pi</math> es la abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie</li> </ul>
<p><b>Índice de Valor de Importancia (I.V.I)</b></p>	

Formulado por Curtis & McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque el valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

#### **Especies prioritarias**

Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010)** y especies endémicas.

Para evaluar la representatividad de la muestra, se utilizó la curva de acumulación de especies observadas y la curva propuesta por el modelo estadístico Chao1 y Chao 2, estas se generaron con el software EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2013) con el cual se aleatorizaron 1000 veces los datos para cada grupo. El modelo de Bootstrap y Chao 2 comprende una variedad de técnicas que implementan procesos de simulación por medio del programa antes mencionado para estimar probabilidades empíricas a partir de datos propios. Esta es una estrategia general para resolver problemas de probabilidad y estadística aplicada.

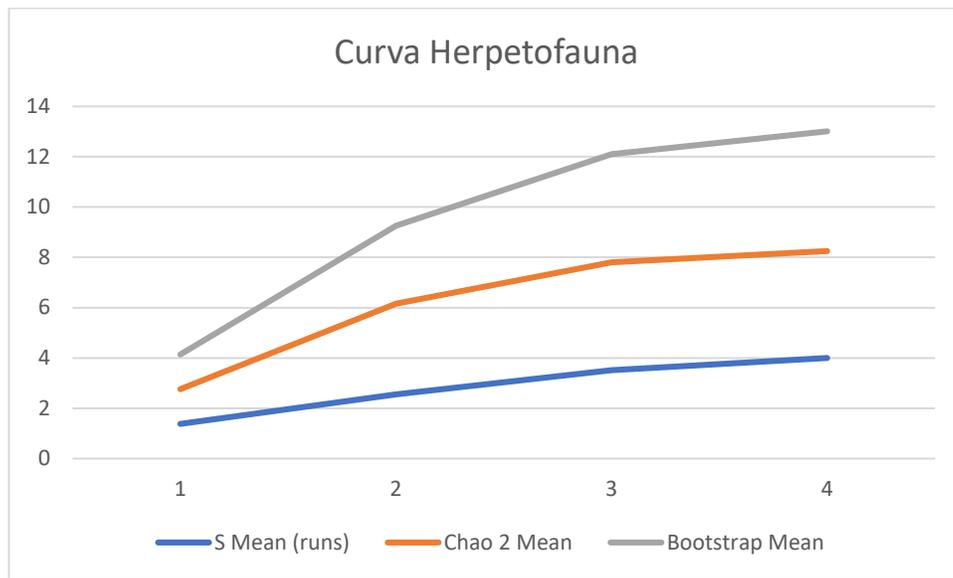
Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma de cómo las especies van apareciendo por unidad de muestreo.

A modo de comparativa se aplicó el modelo de Jack 1 y Bootstrap, el cual, mediante una aleatorización realiza una comparación del resultado obtenido con las muestras y aquel generado con el modelo, y como resultado arroja un valor que aporta una idea estadística para evaluar la representatividad del tamaño de muestra. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies (Villareal et al, 2006).

#### **Anfibios y Reptiles**

Como resultado de los 4 transectos en banda realizados en Área de Proyecto, se registraron 4 especies de herpetozoos.

Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existan 14.5 especies (Jack 1) y 12.1 especies (Bootstrap). Así, el número de especies registrado representa entre el 68% y el 83% de las especies que podrían encontrarse, según los modelos referidos, así mismo es posible observar una tendencia hacia la asintota en la curva (Ver Gráfica IV-15).



Gráfica IV-15 Curva de acumulación de especies del grupo de herpetofauna

## Aves

El método de muestreo elegido resultó en el registro de 80 individuos de 21 especies. La curva de acumulación de especies muestra que la curva muestra la tendencia de acercamiento a la asíntota estimada por los distintos modelos. Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existen 28.2 especies (Jack 1) y 24.8 especies (Bootstrap). Así, el número de especies registrado representa entre el 74% y el 84% de las especies que podrían encontrarse, según los modelos referidos.

### ***Curva de acumulación de especies de la avifauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.***

## Mamíferos

Como resultado de los 4 transectos en banda y las distintas técnicas de muestreo utilizadas para este grupo realizadas en Área de Proyecto, se registraron 2 especies de mamíferos.

Derivado de la poca abundancia y poca diversidad no fue posible realizar el análisis para este grupo de la curva de acumulación de especies.

IV.3.3.17 **Resultados**

IV.3.3.18 **Riqueza, Abundancia y Diversidad de Anfibios y reptiles**

La riqueza de **herpetofaunas potenciales** reportada para la zona de estudio es de 77 especies 23 anfibios y 54 reptiles agrupadas en 25 familias la familia con mayor número de especies es Phrynosomatidae con 16, en general 38 especies restringen su distribución para el área nacional y 20 especies se encuentran en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, (Ver Tabla IV-17).

Tabla IV-17 Listado de especies de anfibio y reptiles

Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endemica	IE
Anfibios	Anura	Bufoidea	<i>Anaxyrus compactilis</i>		EN	
Anfibios	Anura	Bufoidea	<i>Incilius occidentalis</i>			
Anfibios	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella horribilis</i>		EN	
Anfibios	Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor augusti</i>			
Anfibios	Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor mexicanus</i>		EN	M
Anfibios	Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor occidentalis</i>		EN	
Anfibios	Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>			
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Dryophytes arenicolor</i>			
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Dryophytes eximius</i>		EN	AL
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>			
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Smilisca fodiens</i>			
Anfibios	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>			
Anfibios	Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>			M

Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endemica	IE
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>			
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Sujeta a protección Especial (Pr)		
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates megapoda</i>	Sujeta a protección Especial (Pr)		AL
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates pipiens</i>			
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates psilonota</i>		EN	
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Sujeta a protección Especial (Pr)	EN	C
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates zweifeli</i>		EN	
Anfibios	Anura	Scaphiopodidae	<i>Spea hammondii</i>			
Anfibios	Anura	Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>			
Anfibios	Caudata	Ambystomatidae	<i>Ambystoma flavipiperatum</i>	Sujeta a protección Especial (Pr)	EN	
Reptiles	Squamata	Anguidae	<i>Elgaria kingii</i>	Sujeta a protección especial (Pr)		
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Coluber mentovarius</i>	Amenazada (A)		
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>			

Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endemica	IE
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis polyzona</i>	Amenazada (A)		
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Amenazada (A)	EN	C
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>			
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>			
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Sonora mutabilis</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Sympholis lippiens</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Tantilla bocourti</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>			
Reptiles	Squamata	Corytophanidae	<i>Corytophanes hernandesii</i>	Sujeta a protección especial (Pr)		
Reptiles	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis tropidonotus</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Dipsadidae	<i>Diadophis punctatus</i>			
Reptiles	Squamata	Dipsadidae	<i>Hypsiglena affinis</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	EN	
Reptiles	Squamata	Dipsadidae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Sujeta a protección especial (Pr)		
Reptiles	Squamata	Dipsadidae	<i>Leptodeira splendida</i>		EN	

Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endemica	IE
Reptiles	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	EN	
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	<i>Gehyra mutilata</i>			
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>			
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Amenazada (A)	EN	
Reptiles	Squamata	Natricidae	<i>Storeria storerioides</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis eques</i>	Amenazada (A)		C
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Amenazada (A)	EN	C, M
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>			
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus albiventris</i>			
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarkii</i>			
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus dugesii</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus heterolepis</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus jarrovii</i>			
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>			
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus nelsoni</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>		EN	

Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endemica	IE
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>		EN	C, M
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>			
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus lanei</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Scincidae	<i>Plestiodon callicephalus</i>			
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis communis</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	EN	
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis costatus</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	EN	
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>			
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis mexicanus</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	EN	
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis sackii</i>		EN	
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis scalaris</i>			
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis tessellatus</i>			
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>			
Reptiles	Squamata	Typhlopidae	<i>Indotyphlops braminus</i>			
Reptiles	Squamata	Xantusiidae	<i>Xantusia sanchezi</i>	En peligro de extinción	EN	

Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endemica	IE
				(P)		
Reptiles	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	EN	AL, C, M

### TRABAJO EN CAMPO

Con base en los muestreos de campo se lograron registrar 4 especies de herpetozoos (Ver Tabla IV-18) agrupadas en 1 orden, 1 familia, y 3 genero, ninguna de estas bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de México.

**Tabla IV-18 Registros cualitativos de las especies de anfibios y reptiles registradas. Se muestra su endemismo, categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ENDEMISMO	NOM-059
<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo Pañuelo del Pacifico		
<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija Espinosa del Pacífico		
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija Espinosa del Noroeste		
<i>Aspidoscelis costatus</i>	Huico Pinto del Noreste		

La especie con mayor abundancia es *Aspidoscelis costatus* y *Sceloporus clarkii* con 3 individuos cada una y una densidad de 2.5 individuos por hectárea, además de ser las especies con el índice de valor de importancia más alto 115.83. Dentro de los sitios de muestreo la especie con la mayor frecuencia es de igual forma *Aspidoscelis gularis* encontrada en 2 de los 4 sitios de muestreo.

Tabla IV-19 Registro por transecto y sus indicadores ecológicos por especie de herpetozoos. Pi=abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie, IVI= índice de valor de importancia.

NOMBRE COMUN	Abundancia	A. Relativa	Frecuencia	F Relativa	Densidad	D. Relativa	Pi	Dominiencia	D. Relativa	IVI
Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	1	12.5	1	16.67	0.83	12.5	0.125	0.02	5.00	34.17
Lagartija Espinosa del Pacífico	1	12.5	1	16.67	0.83	12.5	0.125	0.02	5.00	34.17
Lagartija Espinosa del Noroeste	3	37.5	2	33.33	2.50	37.5	0.375	0.14	45.00	115.83
Huico Pinto del Noreste	3	37.5	2	33.33	2.50	37.5	0.375	0.14	45.00	115.83
	8	100	6	100	6.67	100	1	0.31	100	300

Para la comunidad de herpetofauna se estimó un índice de diversidad (Shannon y Weaver, 1949) de  $H' = 1.26$ , y un índice de equidad (Pielou, 1975; Moreno, 2001) de  $J' = 0.91$ . De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Tabla IV-20 Índices de diversidad para anfibios y reptiles.

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Anolis nebulosus</i>	1	0.125	-2.079	-0.260
2	<i>Sceloporus utiformis</i>	1	0.125	-2.079	-0.260
3	<i>Sceloporus clarkii</i>	3	0.375	-0.981	-0.368
4	<i>Aspidoscelis costatus</i>	3	0.375	-0.981	-0.368
<b>TOTAL</b>		8			<b>-1.255</b>
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
<b>Riqueza S=</b>		<b>4</b>			
<b>Resultado: H' =</b>		<b>1.26</b>			
<b>Resultado: J' =</b>		<b>0.91</b>			

IV.3.3.19 **Riqueza, Abundancia y Diversidad de Aves**

De acuerdo al listado potencial se tiene un registro de 337 especies de aves; se reportan 9 especies cuasiendémicas, 22 especies como endémicas y 27 especies semiendémicas, además se reportan 30 especies bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010; 3 en peligro de extinción (P), 7 amenazadas (A) y 20 en protección especial (Pr) (Ver Tabla IV-21).

**Tabla IV-21 Listado de especies de avifauna. Especies de aves potenciales. Se muestra su endemismo, categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, residencia y tipo de ambiente. E= Endémica, SE= Semiendémica, CE= Cuasiendémica, P= En Peligro de extinción, A= Amenazada, Pr= Protección especial, R= Residente, MI= Migratoria de invierno, MV= Migratoria de verano, T= Transitoria, T\*=Terrestre, D= Dulceacuicola, M=Marino, S=Salobre.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM-059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter cooperii	gavilán de Cooper		Pr	R, MI	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter gentilis	gavilán azor		A	R	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter striatus	gavilán pecho canela		Pr	R, MI	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Aquila chrysaetos	águila real		A	R, MI	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo albonotatus	aguililla aura		Pr	R, MI, MV	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo brachyurus	aguililla cola corta			R	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo jamaicensis	aguililla cola roja			R, MI	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo lineatus	aguililla pecho rojo		Pr	R, MI	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo plagiatus	aguililla gris			R	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo swainsoni	aguililla de Swainson		Pr	MV, T	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus anthracinus	aguililla negra menor		Pr	R, MV	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus urubitinga	aguililla negra mayor		Pr	R	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Circus hudsonius	gavilán rastrero			R, MI	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Elanus leucurus	milano cola blanca			R	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Geranoaetus albicaudatus	aguililla cola blanca		Pr	R	T*
Accipitriformes	Accipitridae	Parabuteo unicinctus	aguililla rojinegra		Pr	R	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis magnirostris	aguililla caminera			R	T*
Accipitriformes	Pandionidae	Pandion haliaetus	águila pescadora			R, MI	D
Anseriformes	Anatidae	Anas acuta	pato golondrino			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Anas crecca	cerceta alas verdes			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Anas diazi	pato mexicano		A	R, MI	D
Anseriformes	Anatidae	Anas platyrhynchos	pato de collar			R, MI	D
Anseriformes	Anatidae	Aythya affinis	pato boludo menor			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Aythya collaris	pato pico anillado			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Cairina moschata	pato real		P	R	D
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna autumnalis	pijije ala blanca			R	D
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna bicolor	pijije canelo			R	D
Anseriformes	Anatidae	Mareca americana	pato chalcuán			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Mareca strepera	pato friso			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Oxyura jamaicensis	pato tepalcate			R, MI	D
Anseriformes	Anatidae	Spatula clypeata	pato cucharón norteño			MI	D
Anseriformes	Anatidae	Spatula cyanoptera	cerceta canela			R, MI	D
Anseriformes	Anatidae	Spatula discors	cerceta alas azules			MI	D
Apodiformes	Apodidae	Aeronautes saxatalis	vencejo pecho blanco			R	T*
Apodiformes	Apodidae	Chaetura vauxi	vencejo de Vaux			R, T	T*
Apodiformes	Apodidae	Cypseloides niger	vencejo negro			MV, T	T*
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia rutila	colibrí canelo			R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Archilochus alexandri	colibrí barba negra	SE		MI, MV	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM-059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Apodiformes	Trochilidae	Archilochus colubris	colibrí garganta rubí			MI, T	T*
Apodiformes	Trochilidae	Basilinna leucotis	zafiro oreja blanca			R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Calothorax lucifer	colibrí lucifer	SE		R, MI, MV	T*
Apodiformes	Trochilidae	Calypte costae	colibrí cabeza violeta			R, MI	T*
Apodiformes	Trochilidae	Chlorestes candida	colibrí cándido			R, MI	T*
Apodiformes	Trochilidae	Colibri thalassinus	colibrí orejas violetas			R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Cyananthus auriceps	esmeralda mexicana	E		R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Cyananthus latirostris	colibrí pico ancho	SE		R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Eugenes fulgens	colibrí magnífico			R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Heliomaster constantii	colibrí picudo			R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Lampornis clemenciae	colibrí garganta azul	SE		R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Leucolia violiceps	colibrí corona violeta	SE		R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Saucerottia beryllina	colibrí berilo			R	T*
Apodiformes	Trochilidae	Selasphorus calliope	colibrí garganta rayada	SE		MI, MV	T*
Apodiformes	Trochilidae	Selasphorus platycercus	zumbador cola ancha	SE		R, MI, MV	T*
Apodiformes	Trochilidae	Selasphorus rufus	zumbador canelo			MI	T*
Apodiformes	Trochilidae	Selasphorus sasin	zumbador de Allen	SE		MI, MV	T*
Apodiformes	Trochilidae	Tilmatura dupontii	colibrí cola pinta		A	R	T*
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Antrostomus arizonae	tapacaminos cuerporruín			R, MV	T*
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Antrostomus ridgwayi	tapacamino tucuchillo			R, MV	T*
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles acutipennis	chotacabras menor			R, MI, MV	T*
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles minor	chotacabras zumbón			MV, T	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	chotacabras pauraque			R	T*
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	zopilote aura			R	T*
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	zopilote común			R	T*
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius vociferus	chorlo tildío			R, MI	D; M; S
Charadriiformes	Jacanidae	Jacana spinosa	jacana norteña			R	D
Charadriiformes	Laridae	Hydroprogne caspia	charrán caspia			R, MI	D; M
Charadriiformes	Laridae	Larus delawarensis	gaviota pico anillado			MI	D; M
Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus mexicanus	candelero americano			R, MI	D
Charadriiformes	Recurvirostridae	Recurvirostra americana	avoceta americana			R, MI	D
Charadriiformes	Scolopacidae	Actitis macularius	playero alzacolita			MI	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Bartramia longicauda	zarapito ganga			T	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris minutilla	playero chichicuilete			MI	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Gallinago delicata	agachona común			MI	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Limnodromus scolopaceus	costurero pico largo			MI	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Phalaropus tricolor	falaropo pico largo			MI, T	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa flavipes	patamarilla menor			MI	D; M; S

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa melanoleuca	patamarilla mayor			MI	D; M; S
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa solitaria	playero solitario			MI	D; M; S
Columbiformes	Columbidae	Columba livia	paloma doméstica			R	T*
Columbiformes	Columbidae	Columbina inca	tórtola cola larga			R	T*
Columbiformes	Columbidae	Columbina passerina	tórtola coquita			R	T*
Columbiformes	Columbidae	Columbina talpacoti	tórtola rojiza			R	T*
Columbiformes	Columbidae	Leptotila verreauxi	paloma arroyera			R	T*
Columbiformes	Columbidae	Patagioenas fasciata	paloma de collar			R, MI	T*
Columbiformes	Columbidae	Streptopelia decaocto	paloma de collar turca			R	T*
Columbiformes	Columbidae	Zenaida asiatica	paloma alas blancas			R, MI	T*
Columbiformes	Columbidae	Zenaida macroura	huilota común			R, MI	T*
Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle americana	martín pescador verde			R	D
Coraciiformes	Alcedinidae	Megaceryle alcyon	martín pescador norteño			MI	D
Coraciiformes	Momotidae	Momotus mexicanus	momoto corona café	cE		R	T*
Cuculiformes	Cuculidae	Coccyzus americanus	cuclillo pico amarillo			MV, T	T*
Cuculiformes	Cuculidae	Coccyzus minor	cuclillo manglero			R	T*
Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	garrapatero pijuy			R	T*
Cuculiformes	Cuculidae	Geococcyx californianus	correcaminos norteño			R	T*
Cuculiformes	Cuculidae	Geococcyx velox	correcaminos tropical			R	T*
Cuculiformes	Cuculidae	Piaya cayana	cuclillo canela			R	T*
Falconiformes	Falconidae	Caracara cheriway	caracara quebrantahuesos			R	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Falconiformes	Falconidae	Falco columbarius	halcón esmerejón			MI	T*
Falconiformes	Falconidae	Falco peregrinus	halcón peregrino		Pr	R, MI	T*
Falconiformes	Falconidae	Falco ruficularis	halcón murcielaguero			R	T*
Falconiformes	Falconidae	Falco sparverius	cernícalo americano			R, MI	T*
Falconiformes	Falconidae	Herpetotheres cachinnans	halcón guaco			R	T*
Galliformes	Cracidae	Ortalis poliocephala	chachalaca pálida	E		R	T*
Galliformes	Cracidae	Ortalis wagleri	chachalaca castaño vientre	E		R	T*
Galliformes	Odontophoridae	Colinus virginianus	codorniz cotuí			R	T*
Galliformes	Odontophoridae	Cyrtonyx montezumae	codorniz de Moctezuma		Pr	R	T*
Galliformes	Phasianidae	Meleagris gallopavo	guajolote norteño			R	T*
Gruiformes	Rallidae	Fulica americana	gallareta americana			R, MI	D
Gruiformes	Rallidae	Gallinula galeata	gallineta frente roja			R, MI	D
Passeriformes	Aegithalidae	Psaltriparus minimus	sastrecillo			R	T*
Passeriformes	Bombycillidae	Bombycilla cedrorum	ampelis chinito			MI	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	cardenal rojo			R	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis sinuatus	cardenal desértico			R	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Cyanocompsa parellina	colorín azulnegro			R	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Passerina amoena	colorín lázuli	SE		MI, MV	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Passerina caerulea	picogordo azul			R, MI, MV	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Passerina ciris	colorín sietecolores		Pr	MI, MV	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Passerina cyanea	colorín azul			MI	T*
Passeriformes	Cardinalidae	Passerina versicolor	colorín morado			R, MV	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	picogordo degollado			MI, T	T*
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	picogordo tigrillo	SE		R, MI, MV	T*
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga bidentata</i>	piranga dorso rayado			R	T*
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	piranga encinera			R	T*
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	piranga capucha roja			MI	T*
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	piranga roja			MI, MV	T*
Passeriformes	Cinclidae	<i>Cinclus mexicanus</i>	mirlo acuático norteamericano		Pr	R	D
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	chara pecho gris neovolcánica	E		R	T*
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma wollweberi</i>	chara pecho gris			R	T*
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta colliei</i>	urraca cara negra	E		R	T*
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	cuervo común			R	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia elegantissima</i>	eufonia capucha azul			R	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorhous cassinii</i>	pinzón de Cassin			R, MI	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	pinzón mexicano			R	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Loxia curvirostra</i>	picotuerto rojo			R	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	jilguerito encapuchado			R	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus pinus</i>	jilguerito pinero			R, MI	T*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	jilguerito dominico			R	T*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	trepatroncos escarchado	E		R	T*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	trepatroncos bigotudo			R	T*
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina tijereta			R, MI, MV,	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
						T	
Passeriformes	Hirundinidae	Petrochelidon pyrrhonota	golondrina risquera			MV, T	T*
Passeriformes	Hirundinidae	Progne chalybea	golondrina acerada			R, MV	T*
Passeriformes	Hirundinidae	Stelgidopteryx serripennis	golondrina alas aserradas			R, MI	T*
Passeriformes	Hirundinidae	Tachycineta bicolor	golondrina bicolor			MI	T*
Passeriformes	Hirundinidae	Tachycineta thalassina	golondrina verdemar			R, MI	T*
Passeriformes	Icteridae	Agelaius phoeniceus	tordo sargento			R, MI	D; T*
Passeriformes	Icteridae	Cassiculus melanicterus	cacique mexicano	cE		R	T*
Passeriformes	Icteridae	Euphagus cyanocephalus	tordo ojo amarillo			R, MI	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus abeillei	calandria flancos negros	E		R, MI	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus bullockii	bolsero calandria	SE		MI, MV	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus cucullatus	bolsero encapuchado	SE		R, MI, MV	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus galbula	bolsero de Baltimore			MI	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus graduacauda	bolsero cabeza negra	cE		R	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus gularis	bolsero de Altamira			R	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus parisorum	bolsero tunero	SE		R, MI, MV	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus pustulatus	bolsero dorso rayado			R	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus spurius	bolsero castaño			MI, MV	T*
Passeriformes	Icteridae	Icterus wagleri	bolsero de Wagler			R	T*
Passeriformes	Icteridae	Molothrus aeneus	tordo ojos rojos			R, MV	T*
Passeriformes	Icteridae	Molothrus ater	tordo cabeza café			R, MI	T*
Passeriformes	Icteridae	Quiscalus mexicanus	zanate mayor			R	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Icteridae	Sturnella magna	pradero tortillaconchile			R	T*
Passeriformes	Icteridae	Xanthocephalus xanthocephalus	tordo cabeza amarilla			MI	D; T*
Passeriformes	Icteriidae	Icteria virens	buscabreña			MI, MV	T*
Passeriformes	Laniidae	Lanius ludovicianus	alcaudón verdugo			R, MI	T*
Passeriformes	Mimidae	Melanotis caerulescens	mulato azul	E		R	T*
Passeriformes	Mimidae	Mimus polyglottos	centzontle norteño			R, MI	T*
Passeriformes	Mimidae	Toxostoma curvirostre	cuicacoche pico curvo			R	T*
Passeriformes	Motacillidae	Anthus rubescens	bisbita de agua			MI	D; T*
Passeriformes	Paridae	Baeolophus wollweberi	carbonero embreado			R	T*
Passeriformes	Paridae	Poecile sclateri	carbonero mexicano	cE		R	T*
Passeriformes	Parulidae	Basileuterus belli	chipe cejas doradas			R	T*
Passeriformes	Parulidae	Basileuterus lachrymosus	chipe de roca			R	T*
Passeriformes	Parulidae	Basileuterus rufifrons	chipe gorra canela	cE		R	T*
Passeriformes	Parulidae	Cardellina pusilla	chipe corona negra			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Cardellina rubrifrons	chipe cara roja	SE		MI, MV	T*
Passeriformes	Parulidae	Geothlypis poliocephala	mascarita pico grueso			R	T*
Passeriformes	Parulidae	Geothlypis tolmiei	chipe de Tolmie		A	MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Geothlypis trichas	mascarita común			R, MI	D; T*
Passeriformes	Parulidae	Leiothlypis celata	chipe corona naranja			R, MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Leiothlypis luciae	chipe rabadilla castaña	SE		MI, MV	T*
Passeriformes	Parulidae	Leiothlypis ruficapilla	chipe cabeza gris			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Leiothlypis virginiae	chipe de Virginia	SE		MI	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Parulidae	Mniotilta varia	chipe trepador			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Myioborus miniatus	chipe de montaña			R	T*
Passeriformes	Parulidae	Myioborus pictus	chipe ala blanca			R	T*
Passeriformes	Parulidae	Parkesia motacilla	chipe arroyero			MI	D; T*
Passeriformes	Parulidae	Parkesia noveboracensis	chipe charquero			MI	D; T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga americana	chipe pecho manchado			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga caerulescens	chipe azulnegro			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga coronata	chipe coronado			R, MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga dominica	chipe garganta amarilla			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga graciae	chipe cejas amarillas			R, MV	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga nigrescens	chipe negrogris	SE		MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga occidentalis	chipe cabeza amarilla			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga petechia	chipe amarillo			R, MI, MV, T	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga pitiayumi	chipe tropical			R, MV	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga ruticilla	chipe flameante			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga townsendi	chipe de Townsend			MI	T*
Passeriformes	Parulidae	Setophaga virens	chipe dorso verde			MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Aimophila rufescens	zacatonero canelo			R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Aimophila ruficeps	zacatonero corona canela			R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Ammodramus savannarum	gorrión chapulín			R, MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Arremonops rufivirgatus	rascador oliváceo	cE		R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Chondestes grammacus	gorrión arlequín			R, MI	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Passerellidae	Melospiza lincolni	gorrión de Lincoln			MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Melospiza melodia	gorrión cantor			R, MI	D; T*
Passeriformes	Passerellidae	Melozone fusca	rascador viejita			R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Melozone kieneri	rascador nuca canela	E		R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Passerculus sandwichensis	gorrión sabanero			R, MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Peucaea botterii	zacatonero de Botteri			R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Peucaea ruficauda	zacatonero corona rayada			R	T*
Passeriformes	Passerellidae	Pipilo chlorurus	rascador cola verde			R, MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Pipilo maculatus	rascador moteado			R, MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Poocetes gramineus	gorrión cola blanca			MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Spizella breweri	gorrión de Brewer			MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Spizella pallida	gorrión pálido	SE		MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Spizella passerina	gorrión cejas blancas			R, MI	T*
Passeriformes	Passerellidae	Zonotrichia leucophrys	gorrión corona blanca			MI	T*
Passeriformes	Passeridae	Passer domesticus	gorrión casero			R	T*
Passeriformes	Peucedramidae	Peucedramus taeniatus	ocotero enmascarado			R	T*
Passeriformes	Poliptilidae	Poliptila caerulea	perlita azulgris			R, MI	T*
Passeriformes	Poliptilidae	Poliptila nigriceps	perlita sinaloense	E		R	T*
Passeriformes	Ptiliogonatidae	Ptiliogonys cinereus	capulnero gris	cE		R	T*
Passeriformes	Regulidae	Regulus calendula	reyezuelo de rojo			MI	T*
Passeriformes	Sittidae	Sitta carolinensis	bajapalos pecho blanco			R	T*
Passeriformes	Sturnidae	Sturnus vulgaris	estornino pinto			R	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Thraupidae	Sporophila torqueola	Sllero de collar	E		R	T*
Passeriformes	Thraupidae	Volatinia jacarina	Sllero brincador			R	T*
Passeriformes	Tityridae	Pachyramphus aglaiae	cabezón degollado			R	T*
Passeriformes	Tityridae	Pachyramphus major	cabezón mexicano			R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus brunneicapillus	matraca del desierto			R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus gularis	matraca serrana	E		R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Catherpes mexicanus	chivirín barranqueño			R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Cistothorus platensis	chivirín sabanero			R, MI	D; T*
Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius felix	chivirín feliz	E		R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Salpinctes obsoletus	chivirín saltarroca			R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Thryomanes bewickii	chivirín cola oscura			R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Thryophilus sinaloa	chivirín sinaloense	E		R	T*
Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes aedon	chivirín saltapared			R, MI, T	T*
Passeriformes	Turdidae	Catharus aurantirostris	zorzal pico naranja			R, MI	T*
Passeriformes	Turdidae	Catharus frantzii	zorzal de Frantzius		A	R	T*
Passeriformes	Turdidae	Catharus guttatus	zorzal cola canela			MI	T*
Passeriformes	Turdidae	Catharus occidentalis	zorzal mexicano	E		R	T*
Passeriformes	Turdidae	Myadestes occidentalis	clarín jilguero		Pr	R	T*
Passeriformes	Turdidae	Ridgwayia pinicola	mirlo azteca	E	Pr	R	T*
Passeriformes	Turdidae	Sialia currucoides	azulejo pálido			MI	T*
Passeriformes	Turdidae	Sialia mexicana	azulejo garganta azul			R, MI	T*
Passeriformes	Turdidae	Sialia sialis	azulejo garganta canela			R, MI	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	mirlo garganta blanca			R	T*
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	mirlo primavera			R, MI	T*
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	mirlo dorso canela	E		R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila, mosquero atila			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	mosquero lampiño			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	papamoscas boreal			MI, MV, T	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	papamoscas José María			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	papamoscas del oeste			MV, T	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax affinis</i>	papamoscas pinero	cE		R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	mosquero californiano	SE		R, MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax fulvifrons</i>	mosquero pecho leonado			R, MI, MV	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax hammondii</i>	mosquero de Hammond			MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	mosquero mímimo			MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax oberholseri</i>	mosquero oscuro	SE		MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	mosquero barranqueño	SE		R, MI, MV	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax traillii</i>	mosquero saucero			MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	mosquero gris	SE		MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	mosquero copetón			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	papamoscas cenizo			R, MI, MV	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus nuttingi</i>	papamoscas de Nutting			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	papamoscas triste			R	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM-059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus tyrannulus	papamoscas gritón			R, MV	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Myiodynastes luteiventris	papamoscas atigrado			MV	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Myiopagis viridicata	elenia verdosa			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luis gregario			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	mosquero cardenal			R, MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis nigricans	papamoscas negro			R, MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis phoebe	papamoscas fibí			MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis saya	papamoscas llanero			R, MI	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus crassirostris	tirano pico grueso	SE		R, MI, MV	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	tirano melancólico			R	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus verticalis	tirano pálido			MI, MV, T	T*
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus vociferans	tirano chibí	SE		R, MI	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo atricapilla	vireo gorra negra	SE	P	MI, MV	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo bellii	vireo de Bell			MI, MV	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo cassinii	vireo de Cassin	SE		R, MI, MV	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo flavoviridis	vireo verdeamarillo			MV	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo gilvus	vireo gorjeador			R, MI	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo huttoni	vireo reyezuelo			R	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo hypochryseus	vireo amarillo	E		R	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo olivaceus	vireo ojos rojos			T	T*
Passeriformes	Vireonidae	Vireo plumbeus	vireo plumizo			R, MI, MV	T*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM- 059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Passeriformes	Vireonidae	Vireo solitarius	vireo anteojo			MI	T*
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea alba	garza blanca			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea herodias	garza morena			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus ibis	garza ganadera			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Butorides virescens	garceta verde			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta caerulea	garceta azul			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta thula	garza dedos dorados			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta tricolor	garceta tricolor			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax nycticorax	garza nocturna corona negra			R, MI	D
Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma mexicanum	garza tigre mexicana		Pr	R	D
Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus erythrorhynchos	pelicano blanco			MI	D; S
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Plegadis chihi	ibis cara blanca			R, MI	D
Piciformes	Picidae	Colaptes auratus	carpintero de pechera			R, MI	T*
Piciformes	Picidae	Dryobates arizonae	carpintero de Arizona	cE		R	T*
Piciformes	Picidae	Dryobates scalaris	carpintero mexicano			R	T*
Piciformes	Picidae	Melanerpes aurifrons	carpintero cheje			R	T*
Piciformes	Picidae	Melanerpes chrysogenys	carpintero enmascarado	E		R	T*
Piciformes	Picidae	Melanerpes formicivorus	carpintero bellotero			R	T*
Piciformes	Picidae	Melanerpes uropygialis	carpintero del desierto			R	T*
Piciformes	Picidae	Sphyrapicus nuchalis	carpintero nuca roja			MI	T*
Piciformes	Picidae	Sphyrapicus varius	carpintero moteado			MI	T*
Podicipediformes	Podicipedidae	Aechmophorus occidentalis	achichilique pico amarillo			R, MI	D

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	END EMIS MO	NOM-059	RESIDEN CIA	AMBI ENTE
Podicipediformes	Podicipedidae	Podiceps nigricollis	zambullidor orejón			R, MI	D
Podicipediformes	Podicipedidae	Podilymbus podiceps	zambullidor pico grueso			R, MI	D
Podicipediformes	Podicipedidae	Tachybaptus dominicus	zambullidor menor		Pr	R	D
Psittaciformes	Psittacidae	Amazona albifrons	loro frente blanca		Pr	R	T*
Psittaciformes	Psittacidae	Amazona autumnalis	loro cachetes amarillos		A	R	T*
Psittaciformes	Psittacidae	Amazona finschi	loro corona lila	E	P	R	T*
Psittaciformes	Psittacidae	Eupsittula canicularis	perico frente naranja		Pr	R	T*
Psittaciformes	Psittacidae	Forpus cyanopygius	perico catarina	E	Pr	R	T*
Psittaciformes	Psittacidae	Myiopsitta monachus	perico monje argentino			R	T*
Strigiformes	Strigidae	Asio otus	búho cara café			R, MI	T*
Strigiformes	Strigidae	Athene cunicularia	tecolote llanero			R, MI	T*
Strigiformes	Strigidae	Bubo virginianus	búho comudo			R	T*
Strigiformes	Strigidae	Ciccaba virgata	búho café			R	T*
Strigiformes	Strigidae	Glauclidium brasilianum	tecolote bajoño			R	T*
Strigiformes	Strigidae	Glauclidium gnoma	tecolote serrano			R	T*
Strigiformes	Strigidae	Megascops kennicottii	tecolote del oeste			R	T*
Strigiformes	Strigidae	Micrathene whitneyi	tecolote enano	SE		R, MI, MV	T*
Strigiformes	Tytonidae	Tyto alba	lechuza de campanario			R	T*
Suliformes	Anhingidae	Anhinga anhinga	anhinga americana			R	D
Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax brasilianus	cormorán neotropical			R	D; M; S
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon citreolus	coa citrina	E		R	T*
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon elegans	coa elegante			R	T*

### Trabajo de campo

Se registraron 91 individuos de 34 especies de aves. La especie con mayor abundancia es *Passer domesticus* con 29 individuos registrados y una densidad de 9.67 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto 120. Dentro de los sitios de muestreo la especie con la mayor frecuencia es *Quiscalus mexicanus* encontrada en 4 de los 4 sitios de muestreo.

Para la comunidad de avifauna se estimó un índice de diversidad (Shannon y Weaver, 1949) de  $H' = 2.87$ , y un índice de equidad (Pielou, 1975; Moreno, 2001) de  $J' = 0.81$ . De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Se registraron 3 especies dentro de alguna categoría de endemismo; 1 endémica, 1 semiendémica y 1 cuasiendémica. No se registraron especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Todas las especies registradas tienen por lo menos una población residente, así mismo, 3 especies tiene además una población migratoria de invierno y 2 especies tienen una población migratoria de verano. Las especies registradas son en su totalidad de ambiente terrestre.

**Tabla IV-22 Registros cualitativos de las especies de aves registradas. Se muestra su endemismo, categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, residencia y tipo de ambiente. E= Endémica, SE= Semiendémica, CE= Cuasiendémica, R= Residente, MI= Migratoria de invierno, MV= Migratoria de verano, T\*=Terrestre**

ESPECIE	ENDE MISMO	NOM- 059	RESIDENCIA	AMBI ENTE
<i>Ortalis poliocephala</i>			R	D
<i>Buteo jamaicensis</i>			R, MI	T*
<i>Amazilia rutila</i>			R	T*
<i>Nyctidromus albicollis</i>			R	T*
<i>Cathartes aura</i>			R	T*

ESPECIE	ENDE MISMO	NOM- 059	RESIDENCIA	AMBI NTE
<i>Coragyps atratus</i>			R	T*
<i>Columbina inca</i>			R	T*
<i>Leptotila verreauxi</i>			R	T*
<i>Streptopelia decaocto</i>			R	T*
<i>Momotus mexicanus</i>	CE		R	T*
<i>Passerina caerulea</i>			R, MI, MV	T*
<i>Corvus corax</i>			R	T*
<i>Haemorhous mexicanus</i>			R	T*
<i>Hirundo rustica</i>			R, MI, MV, T	T*
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			R, MI	T*
<i>Euphagus cyanocephalus</i>			R, MI	T*
<i>Icterus pustulatus</i>			R	T*
<i>Molothrus aeneus</i>			R, MV	T*
<i>Molothrus ater</i>			R, MV	T*
<i>Quiscalus mexicanus</i>			R	T*
<i>Sturnella magna</i>			R	T*
<i>Lanius ludovicianus</i>			R, MI	T*
<i>Mimus polyglottos</i>			R, MI	T*
<i>Aimophila ruficeps</i>			R	T*
<i>Melospiza fusca</i>			R	T*
<i>Peucaea ruficauda</i>			R	T*
<i>Passer domesticus</i>			R	T*

ESPECIE	ENDE MISMO	NOM- 059	RESIDENCIA	AMBI NTE
Volatinia jacarina			R	T*
Thryomanes bewickii			R	T*
Turdus rufopalliatu	E		R	T*
Attila spadiceus			R	T*
Sayornis nigricans			R, MI	T*
Tyrannus vociferans	SE		R, MI	T*
Melanerpes formicivorus			R	T*

Tabla IV-23 Registros cuantitativos. Se presentan los datos de registro por transecto y sus indicadores ecológicos por especie. Pi=abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie, IVI= índice de valor de importancia.

ESPECIE	Abunda ncia	A. Relativa	Frecuen cia	F Relativa	Densi dad	D. Relativa	Pi	Domina ncia	D. Relativa	IVI
Ortalis poliocephala	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Buteo jamaicensis	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Amazilia rutila	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Nyctidromus albicollis	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Cathartes aura	2	2.2	2	4.35	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	6.9
Coragyps atratus	5	5.5	3	6.52	1.67	5.5	0.055	0.0030	2.42	14.4
Columbina inca	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Leptotila verreauxi	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Streptopelia decaocto	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4

ESPECIE	Abundancia	A. Relativa	Frecuencia	F Relativa	Densidad	D. Relativa	Pi	Dominancia	D. Relativa	IVI
Momotus mexicanus	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Passerina caerulea	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Corvus corax	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Haemorhous mexicanus	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Hirundo rustica	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Stelgidopteryx serripennis	3	3.3	1	2.17	1.00	3.3	0.033	0.0011	0.87	6.3
Euphagus cyanocephalus	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Icterus pustulatus	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Molothrus aeneus	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Molothrus ater	2	2.2	2	4.35	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	6.9
Quiscalus mexicanus	9	9.9	4	8.70	3.00	9.9	0.099	0.0098	7.86	26.4
Sturnella magna	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Lanius ludovicianus	2	2.2	2	4.35	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	6.9
Mimus polyglottos	2	2.2	2	4.35	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	6.9
Aimophila ruficeps	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Melospiza fusca	2	2.2	1	2.17	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	4.8
Peucaea ruficauda	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Passer domesticus	29	31.9	3	6.52	9.67	31.9	0.319	0.1016	81.57	120.0
Volatinia jacarina	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Thryomanes bewickii	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Turdus rufopalliatu	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Attila spadiceus	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4

ESPECIE	Abundancia	A. Relativa	Frecuencia	F Relativa	Densidad	D. Relativa	Pi	Dominancia	D. Relativa	IVI
Sayornis nigricans	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Tyrannus vociferans	1	1.1	1	2.17	0.33	1.1	0.011	0.0001	0.10	3.4
Melanerpes formicivorus	2	2.2	2	4.35	0.67	2.2	0.022	0.0005	0.39	6.9
	91	100	46	100	30	100	1	0.125	100	300

Tabla IV-24 Índices de diversidad para el grupo de aves.

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	Ortalis poliocephala	2	0.021978022	-3.818	-0.084
2	Buteo jamaicensis	2	0.021978022	-3.818	-0.084
3	Amazilia rutila	2	0.021978022	-3.818	-0.084
4	Nyctidromus albicollis	1	0.010989011	-4.511	-0.050
5	Cathartes aura	2	0.021978022	-3.818	-0.084
6	Coragyps atratus	5	0.054945055	-2.901	-0.159
7	Columbina inca	1	0.010989011	-4.511	-0.050
8	Leptotila verreauxi	1	0.010989011	-4.511	-0.050
9	Streptopelia decaocto	1	0.010989011	-4.511	-0.050
10	Momotus mexicanus	1	0.010989011	-4.511	-0.050
11	Passerina caerulea	2	0.021978022	-3.818	-0.084
12	Corvus corax	2	0.021978022	-3.818	-0.084
13	Haemorhous mexicanus	2	0.021978022	-3.818	-0.084

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
14	Hirundo rustica	2	0.021978022	-3.818	-0.084
15	Stelgidopteryx serripennis	3	0.032967033	-3.412	-0.112
16	Euphagus cyanocephalus	2	0.021978022	-3.818	-0.084
17	Icterus pustulatus	1	0.010989011	-4.511	-0.050
18	Molothrus aeneus	2	0.021978022	-3.818	-0.084
19	Molothrus ater	2	0.021978022	-3.818	-0.084
20	Quiscalus mexicanus	9	0.098901099	-2.314	-0.229
21	Sturnella magna	1	0.010989011	-4.511	-0.050
22	Lanius ludovicianus	2	0.021978022	-3.818	-0.084
23	Mimus polyglottos	2	0.021978022	-3.818	-0.084
24	Aimophila ruficeps	1	0.010989011	-4.511	-0.050
25	Melospiza fusca	2	0.021978022	-3.818	-0.084
26	Peucaea ruficauda	1	0.010989011	-4.511	-0.050
27	Passer domesticus	29	0.318681319	-1.144	-0.364
28	Volatinia jacarina	1	0.010989011	-4.511	-0.050
29	Thryomanes bewickii	1	0.010989011	-4.511	-0.050
30	Turdus rufopalliatu	1	0.010989011	-4.511	-0.050
31	Attila spadiceus	1	0.010989011	-4.511	-0.050
32	Sayornis nigricans	1	0.010989011	-4.511	-0.050
33	Tyrannus vociferans	1	0.010989011	-4.511	-0.050
34	Melanerpes formicivorus	2	0.021978022	-3.818	-0.084
	TOTAL	91			-2.87
		$\sum ni=N$	$\sum ni=Pi$		$\sum pi \times \ln(Pi)$

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
	Riqueza S=	34			
	Resultado: H' =	2.87			
	Resultado: J' =	0.81			

## MAMÍFEROS

En el área de estudio habitan potencialmente 69 especies de mamíferos que pertenecen a 7 órdenes y 19 familias, de acuerdo a las bases de datos obtenida del portal <https://www.gbif.org/>. De este total, 6 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 en peligro de extinción (P), 3 amenazadas (A), 1 en protección especial (Pr). En cuanto a endemismos, se reportan 5 especies que sólo se encuentran en el país. La mastofauna potencial del área de estudio representa el 13 % del número de especies de mamíferos en México.

Tabla IV-25 Listado de especies de Mamíferos

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E N D	ESTACIONALIDAD	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN
Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca			Residente	Muy común	Gregario	Herbívoro
Tayassuidae	Tayassu tajacu	Pecari de collar			Residente	Común	Gregario	Omnívoro
Canidae	Canis latrans	Coyote			Residente	Común	Solitario /en pareja o gregario	Omnívoro
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Felidae	Herpailurus yagouaroundi	Yaguarundi, Leoncillo	A		Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro
Felidae	Leopardus pardalis	Ocelote	P		Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro
Felidae	Leopardus wiedii	Margay	P		Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro
Felidae	Lynx rufus	Gato montes			Residente	Poco	Solitario	Carnívoro



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E N D	ESTACIONALIDAD	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN
						común		
Felidae	Puma concolor	Puma			Migratorio o Residente	Común	Solitario	Carnívoro
Mustelidae	Mustela frenata	Comadreja cola larga			Residente	Muy común	Solitario	Carnívoro
Mephitidae	Mephitis macroura	Zorrillo listado del sur			Residente	Común	Solitario	Carnívoro
Mephitidae	Spilogale putorius	Zorrillo manchado			Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro
Mephitidae	Conepatus leuconotus	Zorrillo narigón nortero			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Procyonidae	Bassariscus astutus	Cacomixtle nortero		E	Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Procyonidae	Nasua narica	Coatí nortero			Residente	Común	Gregario	Omnívoro
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache			Residente	Común	Gregario	Omnívoro
Molossidae	Eumops perotis	Murciélago con bonete mayor			Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Molossidae	Molossus molossus	Murciélago mastín Común			Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Molossidae	Molossus rufus	Murciélago mastín negro			Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Molossidae	Tadarida brasiliensis	Murciélago cola suelta brasileño			Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Mormoopidae	Mormoops megalophylla	Murciélago barba arrugada nortero			Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Natalidae	Natalus mexicanus	Murciélago oreja embudo mexicano			Migratorio o Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Phyllostomidae	Anoura geoffroyi	Murciélago rabón de Geoffroy			Residente	Común	Gregario	Omnívoro



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E N D	ESTACIONALIDAD	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN
Phyllostomidae	Artibeus hirsutus	Murciélago frutívoro peludo		E	Residente	Poco común	Solitario o gregario	Herbívoro
Phyllostomidae	Artibeus lituratus	Murciélago frutívoro de Allen			SD	SD	SD	SD
Phyllostomidae	Artibeus jamaicensis	Murciélago frutívoro de Jamaica			Residente	Común	Gregario	Herbívoro
Phyllostomidae	Dermanura azteca	Murciélago frutero Azteca			SD	SD	SD	SD
Phyllostomidae	Dermanura tolteca	Murciélago frutero Tolteca			Residente	Común	Gregario	Herbívoro
Phyllostomidae	Desmodus rotundus	Vampiro común			Residente	Común	Gregario	Hematófago
Phyllostomidae	Glossophaga soricina	Murciélago lengüetón de Pallas			Residente	Común	Gregario	Omnívoro
Phyllostomidae	Leptonycteris yerbabuena	Murciélago hocicudo de Curazao	A		Migratorio	Poco común	Gregario	Nectarívoro
Phyllostomidae	Macrotus waterhousii	Murciélago orejón mexicano			Residente	Común	Gregario	Omnívoro
Phyllostomidae	Sturnira lilium	Murciélago de charreteras menor			Migratorio o Residente	Común	Solitario o gregario	Herbívoro
Phyllostomidae	Sturnira ludovici	Murciélago de charreteras mayor			Residente	Común	Gregario	Herbívoro
Vespertilionidae	Eptesicus fuscus	Murciélago moreno norteamericano			Migratorio	Muy común	Gregario	Insectívoro
Vespertilionidae	Lasiurus blossevillii	Murciélago cola peluda de Blossevilli			Migratorio	Común	Solitario	Insectívoro
Vespertilionidae	Lasiurus cinereus	Murciélago cola peluda canoso			Migratorio	Común	Solitario	Insectívoro
Vespertilionidae	Lasiurus ega	Murciélago cola peluda amarillo			Migratorio	Común	Solitario o gregario	Insectívoro
Vespertilionidae	Myotis californicus	Miotis			Residente	Poco	Gregario	Insectívoro



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E N D	ESTACIONALIDAD	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN
nidae						común		
Vespertilionidae	Myotis thysanodes	Miotis bordado			Residente	Común	Solitario o gregario	Insectívoro
Vespertilionidae	Myotis velifer	Miotis mexicano			Migratorio	Común	Gregario	Insectívoro
Vespertilionidae	Myotis volans	Miotis pata larga			Residente	Común	Gregario	Insectívoro
Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Armadillo nueve bandas			Residente	Común	Gregario	Omnívoro
Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache norteño			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Soricidae	Cryptotis mexicanus	Musaraña	Pr		Residente	SD	SD	Insectívoro
Leporidae	Lepus californicus	Liebre de california			Residente	Poco común	SD	Herbívoro
Leporidae	Sylvilagus floridanus	Zorrillo listado del sur			Residente	Común	SD	Herbívoro
Geomyidae	Cratogeomys fumosus	Tuza oscura	A		Residente	Común	SD	Herbívoro
Geomyidae	Orthogeomys hispidus	Tuza llanera			SD	SD	SD	SD
Heteromyidae	Liomys pictus	Ratón espinoso pintado			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Cricetidae	Baiomys taylori	Ratón pigmeo norteño			Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro
Cricetidae	Microtus mexicanus	Meteoro Mexicano			Residente	SD	Solitario	Omnívoro
Cricetidae	Neotoma mexicana	Rata cambalachera mexicana			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Cricetidae	Nyctomys sumichrasti	Rata vespertina Centroamericana			Residente	Común	Solitario	Omnívoro

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E N D	ESTACIONALIDAD	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	ALIMENTACIÓN
Cricetidae	Oligoryzomys fulvescens	Rata arrozera pigmea			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Oryzomys couesi	Rata arrozera de Coues			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Oryzomys melanotis	Rata arrozera orejas negras		E	Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Peromyscus maniculatus	Ratón Norteamericano			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Peromyscus pectoralis	Ratón Norteamericano			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Peromyscus truei	Ratón Norteamericano			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Peromyscus boylii	Ratón Norteamericano			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Peromyscus melanotis	Ratón pantanero			Residente	Común	SD	Omnívoro
Cricetidae	Reithrodontomys fulvescens	Ratón cosechero leonado			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Cricetidae	Reithrodontomys sumichrasti	Ratón cosechero de Sumichrast			Residente	Común	Solitario	Omnívoro
Cricetidae	Reithrodontomys mexicanus	Ratón cosechero de Sierra Madre			Residente	SD	SD	Omnívoro
Cricetidae	Sigmodon leucotis	Rata algodонера			SD	SD	SD	SD
Cricetidae	Sigmodon hispidus	Rata algodонера		E	Residente	Común	SD	Omnívoro
Sciuridae	Sciurus aurogaster	Ardilla roja		E	Residente	Común	SD	Omnívoro
Sciuridae	Otospermophilus variegatus	Ardillón de roca			Residente	Común	Solitario /en pareja	Herbívoro

### Trabajo en Campo

En el trabajo de campo se registraron tan solo dos especies de mamíferos perteneciente a 2 órdenes, 2 familias y 2 géneros. De éstas ninguna se encuentra bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o se considera endémica para México.

Tabla IV-26 Especies registradas en campo

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ENDEMISMO	NOM-059
Carnivora	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris		
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache Norteño		

Las abundancias registradas fueron mínimas un rastro para la zorra gris y uno de tlacuache por lo que resulta imposible realizar los análisis de IVI y de diversidad para este grupo.

#### IV.3.3.20 *Paisaje*

Forman y Godron (1986) definen el paisaje como un área terrestre que puede ser topográficamente heterogénea, pero con singularidad climática, geográfica e histórica, integrada por un conjunto de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar. De acuerdo a Caley y Schluter (1997), las actividades humanas tienen influencia en las estructuras del paisaje, tipo e intensidad de la modificación, grado de heterogeneidad, fragmentación, forma y tamaño de parches, conectividad entre fragmentos, etc. Por tal motivo, el paisaje es el principal elemento en que se debe enfocar la evaluación, monitoreo y conservación de la biodiversidad, sobre todo en regiones heterogéneas y con ecosistemas susceptibles a actividades antropogénicas (Noss, 1983).

Los límites de un paisaje encierran un área con origen geomorfológico común y regímenes de disturbio relativamente similares (Forman y Gordon, 1986), por tal razón el límite paisajístico del proyecto Palos Verdes II queda comprendido en nuestro Sistema Ambiental, sustentado en la singularidad geomorfológica, climática, edafológica, vegetal y antropológica. Para el análisis del paisaje del Sistema Ambiental, y en forma particular del área donde se proyecta la exploración minera, se tomó en cuenta la Visibilidad, Calidad Paisajística y la Fragilidad del Paisaje.

#### Visibilidad.

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación, pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno (Ver Figura IV-18).

Los predios donde se proyecta la exploración minera, se localizan al Norte de la localidad de Santa Lucía, caracterizado por presentar una topografía accidentada, atributo que da como resultado una belleza escénica muy particular en la zona. El tipo de vegetación en el SA está representado principalmente por selva baja, en específico los polígonos del área de proyecto están

dominados por la misma, en algunas áreas Pastizales inducidos e incluso áreas con evidente vegetación secundaria derivado de la fuerte intervención por actividades antropogénicas, aunque también fue posible el registro de áreas con agricultura en congruencia con los factores bióticos y abióticos le dan continuidad al ecosistema presente en el SA. La visibilidad del predio es extraordinaria ya que presenta algunas elevaciones que permiten apreciar grandes extensiones de vegetación al horizonte. Sin embargo, fuera de los predios en la parte oeste se observan montañas y lomeríos, que dan a la zona una panorámica caracterizada por el sistema fisiográfico.

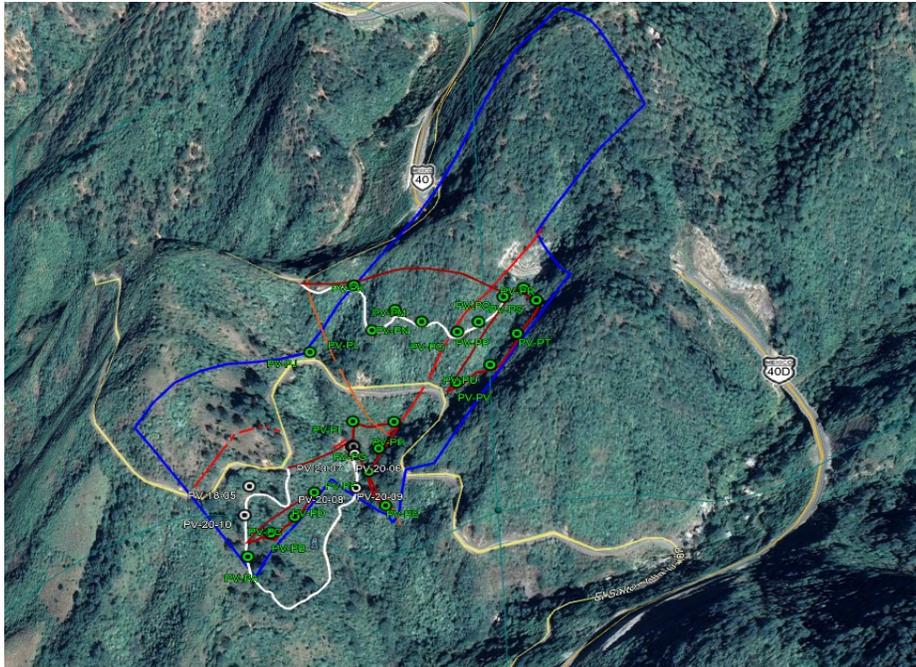


Figura IV-18 Imagen tomada del Google Earth donde se aprecia la visibilidad del paisaje del área de influencia con un relieve heterogéneo. La Tabla IV-27 se describe la visibilidad analizado de diferentes factores visuales:

Tabla IV-27 Descripción de la visibilidad del paisaje.

Factor Visual		Proyecto Palos Verdes II
<b>Altitud</b>	Altura de vegetación	La vegetación arbórea del predio presenta una altura que va de 1 a 3 metros, dominado <i>Acacia farnesiana</i>
	Densidad de vegetación	La vegetación arbórea del predio presenta una baja media.
<b>Orientación</b>	Posición del observador	Por las condiciones topográficas y de vegetación y al repetitivo de la misma, la observación de los sitios se puede apreciar principalmente en todas direcciones desde los puntos más altos.
<b>Pendiente</b>	Altitud de observación	Por la topografía exclusiva, el paisaje dentro del predio presenta una visibilidad reducida presentándose las principales altitudes al Norte del área del proyecto.



Figura IV-19 Visibilidad paisajística donde se observa selva baja y vegetación secundaria

**Calidad paisajística.**

La calidad del paisaje está determinada por características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural. La escala de valores establecidos son los siguientes:

Alta calidad de paisaje, cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales.

Calidad moderada de paisaje, cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplano.

Baja calidad del paisaje, cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

Para el SA del proyecto Palos Verdes II, se define un valor paisajístico de Alta calidad de paisaje, sin embargo, dentro del sistema se pueden encontrar características correspondientes a Moderada calidad de paisaje y en menor medida de baja calidad de paisaje.

Calidad Paisajística	Factor Visual	"Palos Verdes"
----------------------	---------------	----------------

Características intrínsecas o Calidad Escénica	Morfología o Topografía	Presenta una topografía altamente heterogénea con elevaciones cercanas a los 1450 msnm, sin presentar zonas de inundación. El predio se localiza en la Sierra Madre Occidental.
	Vegetación	Caracterizada por vegetación de selva baja secundaria.

Calidad Paisajística	Factor Visual	“Palos Verdes”
	Cuerpos de agua	En el sitio del proyecto no se presentan cuerpos de agua permanentes o superficiales de origen artificial
	Color	La coloración escénica del paisaje del predio está representada por colores vivos producto de que las especies presentes así lo evidencian.
		
	Fondo escénico	El fondo escénico, se encuentra compuesto por montañas cubiertas por una orografía bastante irregular.

Calidad Paisajística	Factor Visual	“Palos Verdes”
	Rareza	No presenta ninguna rareza.
	Actividades humanas	En la zona se desarrollan actividades agropecuarias.

Calidad visual	Diversidad	La diversidad biótica presente en el predio se considera media, debido a que, aunque se registran especies de vegetación y fauna locales también se registra un número considerable de especies de origen secundario o que se favorecen con los disturbios y afectaciones al medio ambiente.
	Naturalidad	Presenta zonas de naturalidad en los predios.

Calidad Paisajística	Factor Visual	“Palos Verdes”
	Singularidad	El SA presenta una geomorfología muy irregular producto del sistema montañoso.
	Complejidad topográfica	Conforme al levantamiento topográfico, se puede observar que en el predio existe una topografía muy compleja.
	Agua	Los predios no cuentan con cuerpos de agua permanente ni artificial.
	Actividades humanas	El SA, presenta actividades humanas, sin descartar la presencia de actividades agropecuarias y minera.
	Degradación	Se encuentra con un grado importante de degradación debido a que se han realizado actividades principalmente pecuarias y mineras.

**Fragilidad del paisaje.**

La fragilidad del paisaje consiste en la capacidad del mismo para absorber los cambios que se producen en el mismo. Los factores que integran la fragilidad paisajística son biofísicos (suelo, vegetación), morfológicos (cuenca visual) y la frecuencia humana (Pérez y Martí op cit). La evaluación de la fragilidad visual se ha determinado de la siguiente manera:

Un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y por ende presenta un alto número de observadores

potenciales, ya que existen grandes núcleos de población compacta, actividades productivas e infraestructura asociada.

Un paisaje tiene menor fragilidad visual cuando carece o tiene limitadas vías de acceso, relieves pronunciados o abruptos, la superficie de la cuenca visual es pequeña y el número de observadores potenciales es limitado o nulo.

Las veredas dentro del predio y las actividades agropecuarias y mineras hacen que el paisaje sea susceptible a cambios estructurales en su sistema, a consecuencia de fragmentación de ecosistemas, cambio de uso de suelo, destrucción de hábitats y en general a actividades de origen antropogénico, las cuales modifican y transforman el paisaje original en un paisaje artificial, donde aspectos antrópicos forman parte del paisaje final.



Figura IV-20 Condiciones actuales de alguno de los caminos

Fragilidad del Paisaje	Factor Visual	"Palos Verdes"
Biofísicos	Suelo	El suelo presente los predios y el SA, está dominado por las unidades edafológicas: Regosol, Phaeozem y Leptosol con textura media, suelos con poca materia orgánica y pedregoso.

		
Morfológicos	Cuenca visual	La cuenca presenta un ecosistema heterogéneo donde se aprecian especies de selva baja con un importante contingente de especies secundarias.
		
Frecuencia de percepción visual	Frecuencia humana	La frecuencia humana es media, ya que en algunas partes del SA se encuentran concentrados diversas actividades humanas sin llegar a provocar un impacto severo, principalmente en el predio del proyecto Palos Verdes II por su cercanía con las poblaciones.

## V. 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.

Este apartado, se refiere a la descripción detallada y específica de las condiciones en que se encuentra el predio donde se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo, con la finalidad de identificar las similitudes y diferencias, con respecto a los componentes físicos y del biológicos de la cuenca, que permitirán la identificación de condiciones que puedan ser comparables con el o los ecosistemas presentes en la cuenca, subcuenca o microcuenca.

Los elementos a describir son:

El clima predominante en la superficie del proyecto es Cw (ver Figura V-1 y Anexos; Capítulo IV: Clima y Estación Climatológica) templado subhúmedo, tiene temperatura media anual mayor de 18°C y la temperatura del mes más frío es mayor a 6°C, la precipitación del mes más seco está entre 0 y 60 mm; presenta lluvias de verano con un índice P/T menor de 43.2 y un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10% del total anual.

**Tabla V-1. Clima del Área de Influencia.**

Clave	Clima	Temperatura	Precipitación
<b>Cw</b>	<b>Cálido subhúmedo</b>	Temperatura media anual mayor de 18°C y temperatura del mes más frío mayor de 6°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

El clima para el Área de Proyecto según los datos a escala 1:1000000, clima, Köppen Modificado por García, E – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998) con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Ver Figura V-1 y Anexos; Capítulo IV: Clima y Estación Climatológica

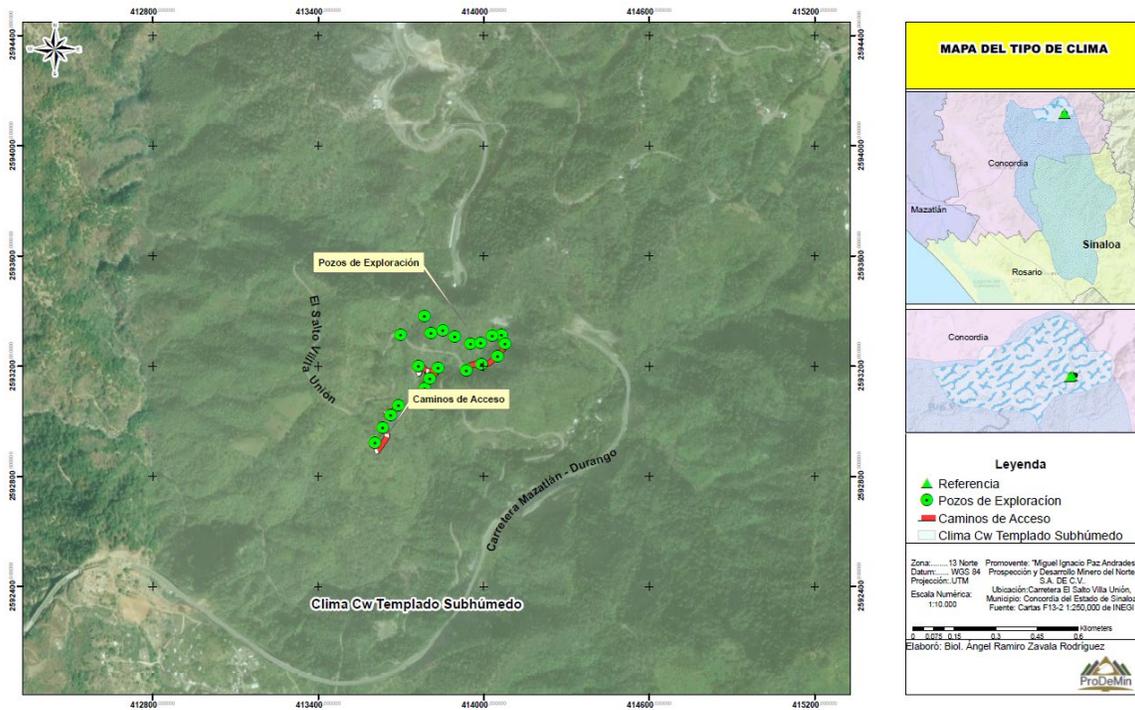


Figura V-1. Clima del AP.

De acuerdo a los análisis realizados el clima del Área del Proyecto Presenta las mismas condiciones descritas en el Capítulo III del presentes Estudio.

De acuerdo a la localización geográfica se realizó una selección de estaciones climatológicas cercanas al proyecto (Ver Tabla V-2), dando un resultado de 2, una suspendida y otra en operación.

Tabla V-2 Estaciones climatológicas

CLAVE	NOMBRE	MUNICIPIO	ESTATUS	Latitud	Longitud	Altura
25074	POTRERILLOS	CONCORDIA	OPERANDO	23.4536	105.8258	1,572

Precipitación. La precipitación anual es de 1,244.8 mm, tiene su mayor precipitación durante el verano, iniciando junio y concluyendo en septiembre. El mes con mayor precipitación es julio con un promedio de 346.6 mm y abril con un promedio de 4.4 mm es el de menor (Ver Tabla V-3).

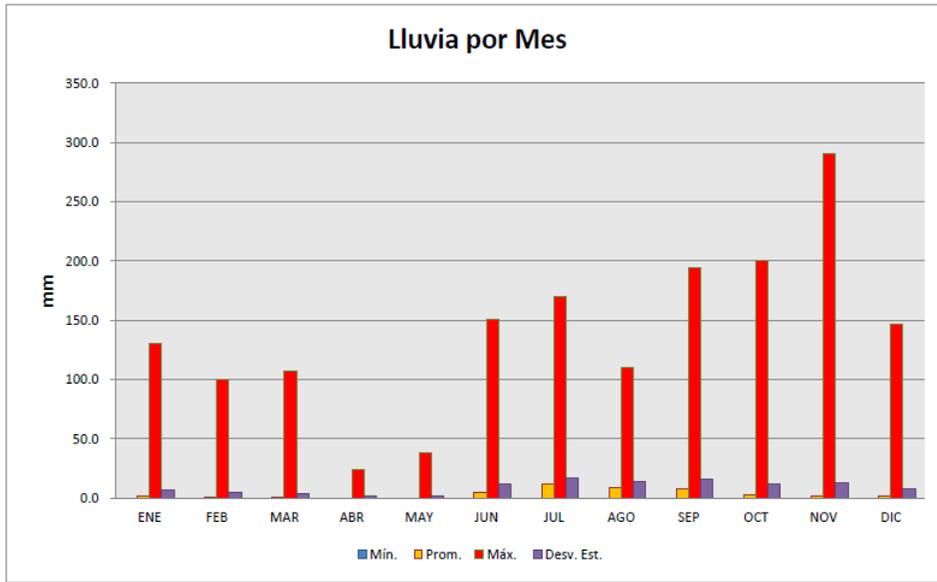
Tabla V-3 Precipitación y evaporación.

	Precipitación
MES	Mm
Enero	40.2
Febrero	20.5

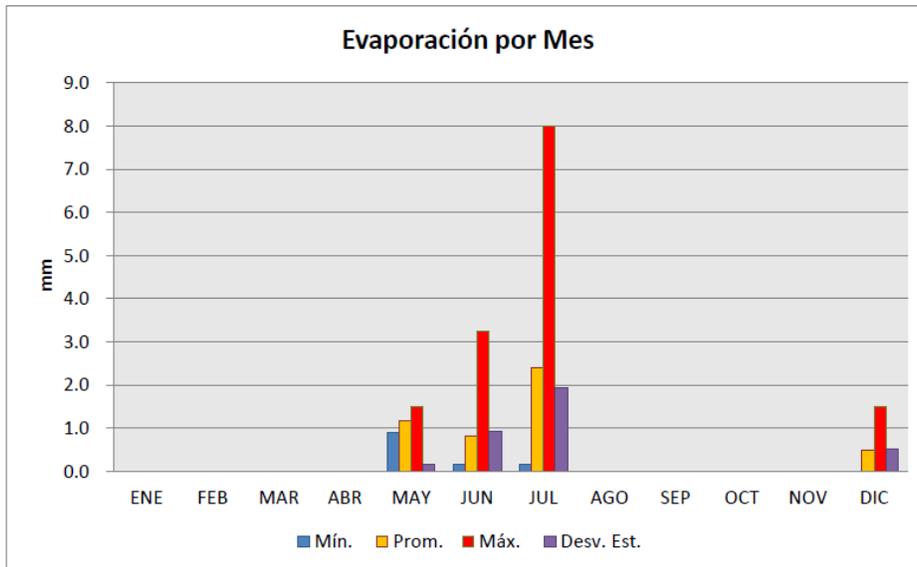
	Precipitación
MES	Mm
Marzo	7.6
Abril	4.4
Mayo	6.1
Junio	137.2
Julio	346.6
Agosto	265.8
Septiembre	231.5
Octubre	96.9
Noviembre	49.9
Diciembre	38.1
ANUAL	1,244.8

Tabla V-4 Datos de precipitación

Lluvia (mm)					Evap (mm)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.0	1.3	130.5	6.9	ENE				
FEB	0.0	0.7	100.5	5.0	FEB				
MAR	0.0	0.3	107.0	3.8	MAR				
ABR	0.0	0.1	24.0	1.3	ABR				
MAY	0.0	0.2	38.0	1.9	MAY	0.9	1.2	1.5	0.2
JUN	0.0	4.6	150.3	11.5	JUN	0.2	0.8	3.3	0.9
JUL	0.0	11.6	170.0	16.7	JUL	0.2	2.4	8.0	1.9
AGO	0.0	9.0	110.0	13.5	AGO				
SEP	0.0	8.2	194.5	16.1	SEP				
OCT	0.0	3.1	200.5	12.3	OCT				
NOV	0.0	1.8	290.0	12.5	NOV				
DIC	0.0	1.4	146.5	7.9	DIC	0.0	0.5	1.5	0.5
<b>Total general</b>	<b>0.0</b>	<b>3.5</b>	<b>290.0</b>	<b>11.1</b>	<b>Total general</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>8.0</b>	<b>1.1</b>



Gráfica V-1 Comportamiento de la lluvia por mes



Gráfica V-2 Comportamiento de la evaporación por mes

Suelo:

En México existe una gran diversidad de suelos que puede explicarse por la interacción de diversos factores, entre los que se encuentran la compleja topografía originada por la actividad volcánica del Cenozoico, el amplio

gradiente altitudinal (que va de los cero a poco más de 5 600 metros sobre el nivel del mar), la presencia de cuatro de los cinco grandes tipos de climas reconocidos por la clasificación de Köppen y la enorme diversidad paisajística y de tipos de rocas que existen en el territorio. Dominan los Leptosoles (28.3% del territorio), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%) que, en conjunto, ocupan 81.7% de la superficie nacional.

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales de la Carta Edafológica, editada por el INEGI, se encontraron que las unidades de suelos para el Área de Proyecto es el Litosol. con clase textural media (2).

Los litosoles o leptosoles (del griego leptos, 'delgado') son un tipo de suelo con un espesor menor a 10 cm y un volumen total de menos del 20 % de tierra fina sobre afloramientos rocosos. Son los suelos más abundantes en todo el planeta y aparecen en todas las zonas climáticas, sobre todo en altitudes medias y altas y zonas fuertemente erosionadas. No suelen ser muy aptos para la agricultura, pero pueden sustentar actividades de pastoreo (ver Figura V-2 y Anexos; Capítulo V, Edafología del Área del Proyecto).

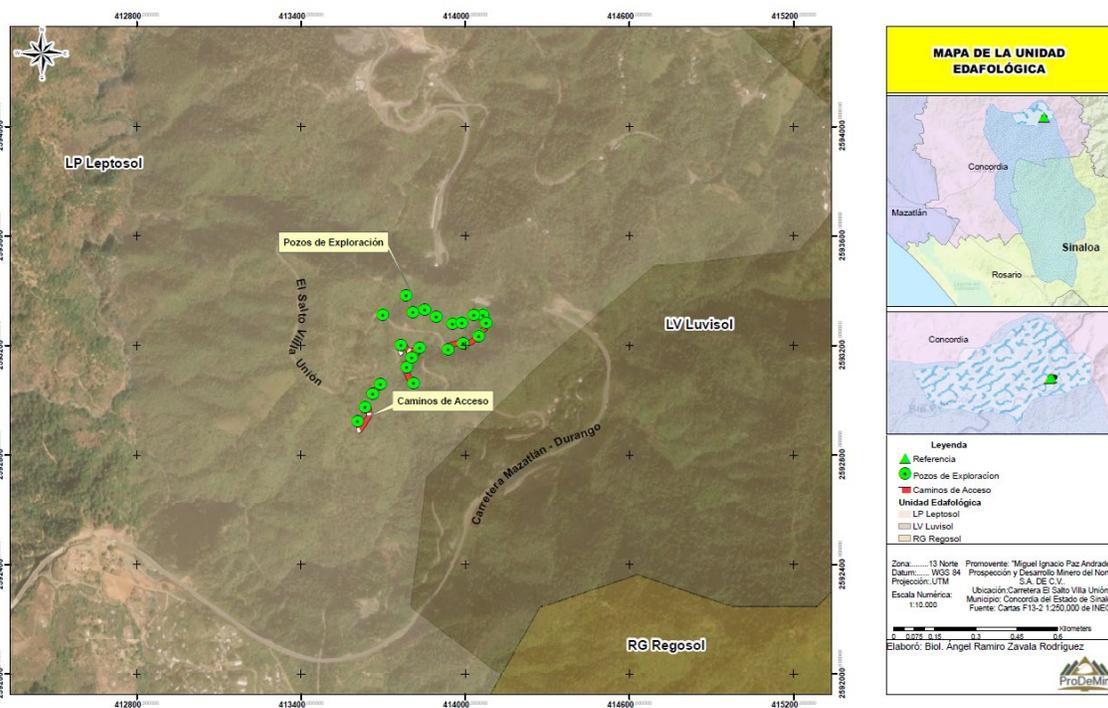


Figura V-2 Mapa de unidades edafológicas del área del proyecto.

Erosión



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II.  
El suelo es un recurso natural considerado como no renovable por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido deteriorado o degradado.

Uno de los procesos por el cual el suelo se degrada es la erosión, el tipo de erosión más importante es la hídrica, su efecto más evidente es la formación de cárcavas. La erosión también afecta las capas superficiales de las tierras (erosión laminar), en las que todavía es posible desarrollar actividades agropecuarias y forestales a pesar de una reducción considerable en la producción, este fenómeno puede revertirse mediante el uso y manejo sustentable del suelo.

La erosión se define como la remoción del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, por la cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.

Para realizar la estimación de la pérdida de suelo se utilizó la metodología propuesta en el manual de procedimiento para la elaboración de estudios técnicos justificativos para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CFE, 2017) (<https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/d/SPA00-62.pdf>).

Para el cálculo de erosión, la superficie total del proyecto de 0.565 ha (5,650 m<sup>2</sup>) correspondiente a vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia,

Para la estimación de pérdida de suelo se maneja la siguiente expresión:

$$Eh = IALLU * CAREO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Donde:

IALLU: Índice de agresividad de la lluvia

CAERO: Coeficiente de erodabilidad

CATEX: Calificación de textura y fase

CATOP: Calificación de la topografía

CAUSO: Calificación por uso del suelo

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo con las características de cada variable.

PECRE



El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

Donde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual reportado por la estación meteorológica más cercana al área de afectación, la cual reporta una precipitación media anual de 684.9 mm.

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 0.2408 (1,244.8 \text{ mm}) - 0.0000372 (1,244.8 \text{ mm})^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 299.74784 - 57.642405888 - 33.1019$$

$$PECRE = 209.0035$$

IALLU

El índice de agresividad de la lluvia se calcula de la siguiente manera, partiendo de la variable PECRE con las siguientes fórmulas:

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

Al sustituir los valores en la ecuación:

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

$$IALLU = 1.1244 (209.0035) - 14.7875$$

$$IALLU = 220.216$$

CAERO

Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la tabla de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la Tabla V-5.

**Tabla V-5 Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad**

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl

	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Qi	Rc	Th	Tm	U	Zm	---
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ah	Cl	Gv	Hi	Jg	Kl	Ne	Sa
	So	Xg	Yg	ZU	H2O	---	---	---
	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl
	Yy	Yt	Zt	---	---	---	---	---

### CATEX

Calificación de textura y fase. El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase del tipo de suelo presente en el proyecto y de acuerdo con la escala de valores presentados en la Tabla V-6.

**Tabla V-6 Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX**

CATEX	Textura y fase
0.2	1 (gruesa)
0.3	2 (media)
0.1	3 (fina)
0.5	Fase pedregosa o gravosa

La textura del suelo en el proyecto es media, por lo que el valor de CATEX es 0.3.

### CATOP

Calificación de la topografía El valor de esta variable está dado por las características de la pendiente (%) con forme a lo presentado en la Tabla V-7.

**Tabla V-7 Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP**

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

La pendiente promedio en el área del proyecto es de 21.12%, por lo que el valor de CATOP es 3.5.

CAUSO

Calificación por uso del suelo. Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio.

Tabla V-8 Valores de la capa uso de suelo y vegetación para el cálculo de erosión

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego y Nopalera	0.80
Agricultura de temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), Bosque mixto Oyamel-Tepozán-Pino, selva baja caducifolia	0.10
Bosque de Encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de pino-encino secundario y toda vegetación secundaria	0.11
Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco y matorral subtropical	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Mezquital	0.15
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Zona federal CFE (derecho de vía)	0.13
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido y Agroforestería	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente, Predio baldío, Sitio de extracción, Terracería	0.40
Vegetación de galería	0.10
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0.00
Zona mixta de vegetación crasicauale, matorrales sarcocauales y sarcocrasicauales	0.08
Humedal y Zona inundable	0.05
Área verde urbana, Ciclopista, Infraestructura, Invernadero, Pedregal, Sitio de importancia cultural, Vialidad pavimentada	0.00

Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$



Con base a los resultados se puede agrupar la erosión hídrica en 4 categorías, desde erosión ligera a erosión muy alta, asignando un valor a cada criterio en la Tabla V-9.

**Tabla V-9 Valores para la erosión hídrica.**

CATEGORÍA	Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año)
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

A continuación, se presenta el cálculo de erosión para la superficie de 0.565 ha con vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia; el cálculo se presenta para dos escenarios: sin proyecto (con vegetación) y con proyecto (apertura de caminos y exploración).

Escenario 1. Cálculo de la erosión en la condición actual del predio (vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia)

De acuerdo al mapa edafológico del INIFAP y CONABIO (1995), escala 1:1000000, el tipo suelo en el área del proyecto es Litosol (I), por lo que el valor de la variable CAERO es de 2.

El tipo de suelo presenta una textura media, por lo que el valor de la variable CATEX es de 0.3.

La pendiente del terreno es de 21.12%, lo cual se ubica dentro de la clase de pendiente tipo "B", por lo que el valor de la variable CATOP es de 3.50.

Dentro del predio el tipo de vegetación es secundaria arbórea de selva baja caducifolia, la cual tiene un valor de CAUSO de 0.10.

En la Tabla V-10, se presenta el cálculo de erosión del suelo en las condiciones actuales del predio, es decir, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.

**Tabla V-10 Cálculo de la erosión con vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.**

Condiciones actuales (Sin proyecto)		
TIPO DE VEGETACIÓN	Eh = IALLU.CAERO.CATEX.CATOP.CAUSO	VOLUMEN EROSIÓN (ton/ha/año)
vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Eh = 220.216x 2.0 x 0.3 x 3.50 x 0.10	46.2441



Con base en los resultados que se presentan en la tabla anterior, se obtiene que la erosión anual por hectárea es de 46.2441 toneladas para las condiciones actuales del predio (vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia). Según la tabla de categorización de erosión laminar, el valor corresponde a una erosión moderada.

Una vez calculado el volumen de erosión por hectárea por año, se procedió a calcular la erosión con vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia para las 0.565 ha que requieren autorización de cambio de uso de suelo por parte de la SEMARNAT. En la Tabla V-11 se presenta el cálculo.

Tabla V-11 Cálculo de la erosión para la superficie de CUS

Sin proyecto				
Tipo de vegetación	Superficie del área (ha)	Volumen erosión sin el proyecto (ton/ha/año)	Volumen de erosión total en la superficie sin proyecto (ton/año)	Erosión laminar (mm)
vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.565	46.2441	26.1279	0.02612

De acuerdo con los datos obtenidos, en las condiciones actuales del proyecto con vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia existe una erosión del suelo de 46.2441 ton/ha/año, y 26.1279 ton al año para las 0.565 ha, esto representa una pérdida de 0.02612 mm de lámina de suelo por año; de acuerdo con Morgan (1986), se considera que 1 mm equivalente a 1 kg/m<sup>2</sup>.

Escenario 2. Cálculo de la erosión con la aplicación del proyecto (camino y exploración).

De acuerdo al mapa edafológico del INIFAP y CONABIO (1995), escala 1:1000000, el tipo de suelo en el área del proyecto es Litosol (I), por lo que el valor de la variable CAERO es de 2.

El tipo de suelo presenta una textura media, por lo que el valor de la variable CATEX es de 0.3.

La pendiente del terreno es de 21.12%, lo cual se ubica dentro de la clase de pendiente tipo "B", por lo que el valor de la variable CATOP es de 3.50.

Dentro del predio con el proyecto es posible considerarlo como un predio sin vegetación aparente y como terracerías, la cual tiene un valor de CAUSO de 0.4.

En la Tabla V-12, se presenta el cálculo de erosión del suelo en las condiciones del predio con proyecto, es decir, con los caminos de exploración.

Con caminos		
TIPO DE VEGETACIÓN	Eh = IALLU.CAERO.CATEX.CATOP.CAUSO	VOLUMEN EROSIÓN (ton/ha/año)
Sin vegetación aparente, terracerías	Eh = 220.216x 2.0 x 0.3 x 3.50 x 0.4	184.98144

Con base en los resultados que se presentan de la Tabla V-13, se obtiene que el valor de erosión para un sitio de extracción es de 63.7348 toneladas por hectárea al año. Dicho valor corresponde a una erosión alta de acuerdo a la tabla de categorización de erosión laminar.

**Tabla V-13 Cálculo de la erosión para la superficie de caminos después de su apertura.**

Con caminos				
Tipo de vegetación	Superficie del área (ha)	Volumen erosión con proyecto (ton/ha/año)	Volumen de erosión total en la superficie con proyecto (ton/año)	Erosión laminar (mm)
Sin vegetación aparente, terracerías	0.565	184.98144	104.5145	0.1045145

De acuerdo con los resultados obtenidos, la erosión que se presenta en un sitio sin vegetación aparente de 184.98144 ton/ha/año, por lo tanto, para la superficie que requiere cambio de uso de suelo por parte de la SEMARNAT (0.565 ha) será de 104.5145 ton al año, esto representa una pérdida de 0.1045 mm de lámina de suelo por año; de acuerdo con Morgan (1986), se considera que 1 mm equivalente a 1 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabla V-14 Comparativo final de la erosión hídrica con proyecto y sin proyecto**

Uso de suelo sin el proyecto: vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia					
Uso de suelo con el proyecto: Sin vegetación aparente					
Superficie del proyecto para caminos	Volumen de erosión ton/ha/año		Volumen de erosión para la sup. de CUS ton/año		Volumen ton/total/área erosión que debe ser mitigada
	Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
0.565	46.2441	184.98144	26.1279	104.5145	78.3866

Se concluye que con la implementación del proyecto y su consecuente cambio de uso de suelo en las 0.565 ha que poseen vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, se generará una erosión del suelo de 184.98 toneladas al año, misma que deberá ser mitigada mediante la construcción de 4 terrazas de 25 m de largo por 0.5 m de alto y 2 m de ancho, mediante las cuales se captarán 25 ton/año de suelo cada una y 100



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. ton/año en conjunto, mitigando así el 100% la erosión del suelo. Se conservará la materia orgánica proveniente del despalme que sea removida para la exploración, se resguardará en un patio de almacenamiento ubicado en el mismo ejido. Dicha materia orgánica y suelo fértil serán abonados con estiércol para posteriormente ser reincorporados durante la etapa de abandono.

A continuación, se describe lo que son las terrazas de formación sucesiva de acuerdo al manual de obras prácticas para la protección, restauración y conservación de suelos forestales publicado por la Comisión Nacional Forestal (2018)<sup>1</sup>:

Son terraplenes formados por el movimiento del suelo que se deposita en los bordos, dicho movimiento de suelo se debe a los escurrimientos. Este tipo de terrazas se construye a nivel.

Proceso de construcción:

Primer paso. Calcular el espaciamiento entre curvas a nivel.

Segundo paso. Excavar la zanja. Sobre la curva marcada se realiza la excavación, la profundidad y el ancho de corte dependerán de la profundidad del suelo, sin embargo, se recomienda que las dimensiones sean de 200 centímetros de ancho por 50 centímetros de profundidad.

Puede realizarse la excavación con el uso de maquinaria, equipo de tracción animal, de forma manual (pico y pala) o de manera combinada, de acuerdo a las condiciones de cada lugar y los recursos disponibles. El material resultante de la excavación se coloca aguas arriba de la zanja.

Se aconseja construir tabiques divisores de 50 centímetros de longitud, cada 5 metros a lo largo de la zanja, para seccionar el agua almacenada, los cuales pueden quedar al nivel del suelo o rebajarse 10 centímetros del nivel original del mismo.

Tercer paso. Conformar y compactar el bordo. Se recomienda realizar una plantación en el bordo (siempre y cuando esté bien compactado) con la finalidad de prolongar la vida útil de la obra.

Recomendaciones:

Aplicar esta obra en terrenos con pendientes entre 5 y 20%.

---

<sup>1</sup>Tomado

de:

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf> el 12 de febrero del 2022

Ya que este tipo de terrazas son a nivel, se recomienda evitar que se construyan en regiones con fuertes precipitaciones.

Cuando en el terreno exista una cárcava o arroyo, se debe terminar la obra antes de que cambie la pendiente, recorriendo el bordo aguas arriba y trasladando el nivel al otro lado de la cárcava o arroyo, con el fin de no provocar daños o derivación de flujos.

Pendiente media:

Como se mencionó en el capítulo anterior el área del proyecto se encuentra localizado sobre un terreno donde se presentan sistemas de topoformas de Sierras Altas con Cañadas cuya superficie se extiende en la totalidad del predio (ver Figura V-3 y Anexos: Capítulo V, Topoformas) se presenta en la mayoría de su superficie pendientes mayores al 30 %, también predominan las pendientes fuertemente onduladas que van del 11 al 30 %.

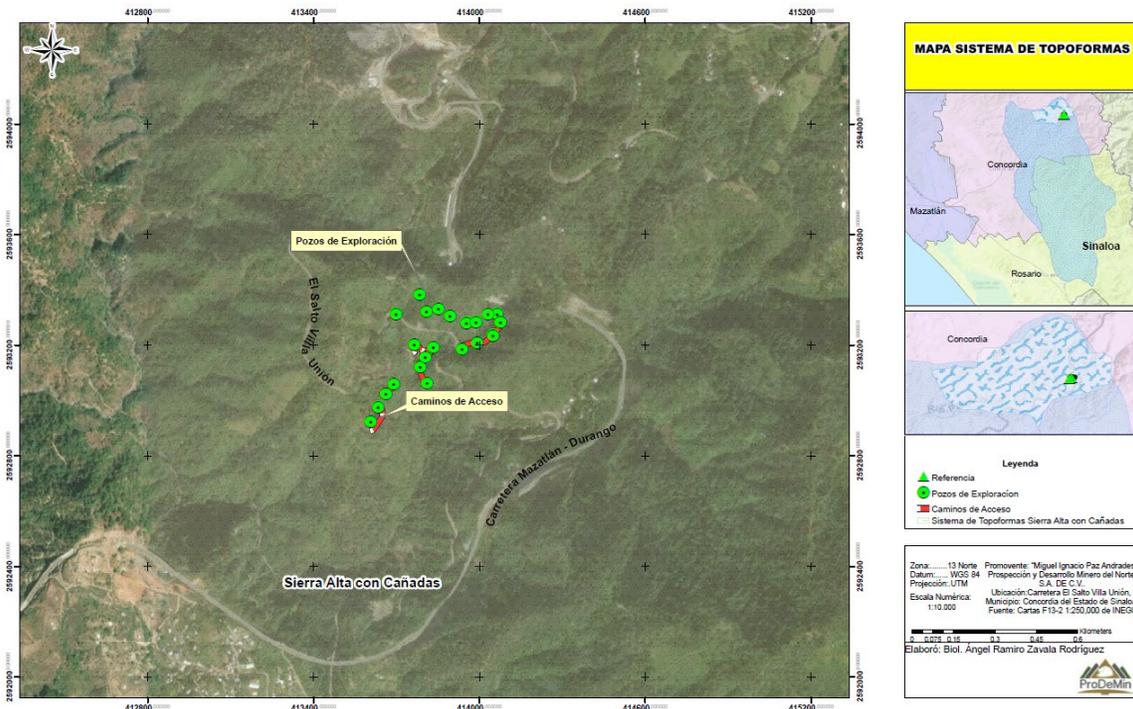


Figura V-3 Mapa de Topoformas.

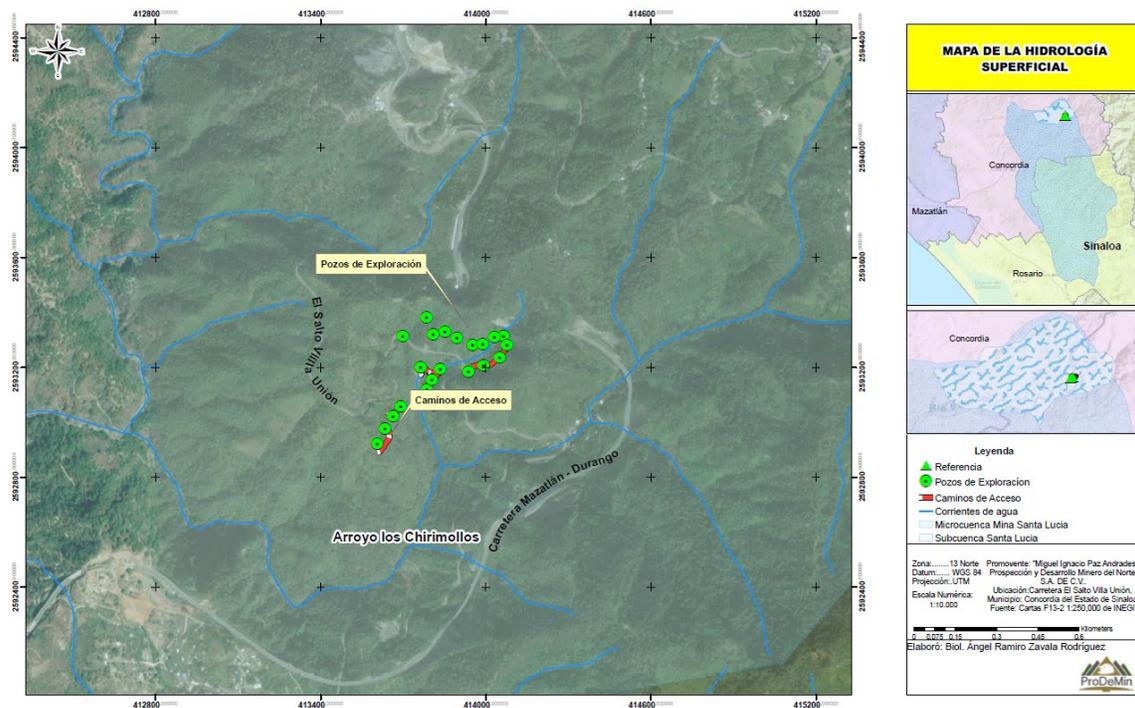
La Hidrografía:

Esorrentías naturales superficiales cercanas al proyecto

Para la identificación de esorrentías y cuerpo de agua cercanos al proyecto se utilizó la información proporcionada por el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI, así como la

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. carta topográfica F13A37 escala 1:50, 000 de INEGI (2012), en donde se consideró la red de recarga hidrológica (Sistema Ambiental) como Área de Estudio para hacer un análisis más completo de las escorrentías cercanas.

De esta manera, se identificó una corriente perenne (Arroyo Los Chirimollos) cercana y una corriente intermitente que converge con los caminos de exploración y los pozos de exploración denominados arroyos, la más cercana ubicada a 350 m del vértice del camino más cercano hacia el Sur, la cual no lleva nombre y fluye en dirección Oeste – Sureste, en cuanto a la segunda escorrentía sin nombre se posiciona entre los caminos de exploración misma que cuenta con un flujo hídrico en dirección Sur – Noroeste.



**Figura V-4 Red hídrica a la que pertenece la escorrentía cercana al AP y escorrentías pluviales dentro del área de proyecto.**

### Infiltración y escurrimiento

Los bosques juegan un papel crucial en el ciclo del agua, ya que su vegetación y suelo, entre otros factores, generan las condiciones para evitar que el agua tome velocidad cuesta abajo, lo que provocaría erosión y otros desastres como desprendimientos de tierra. La vegetación permite que el agua que cae sea retenida ahí y esta busque formas de infiltrarse. Debajo de los bosques, existen horizontes o capas de roca que se encuentran fracturadas, en donde por acción de la gravedad, el agua se filtra y enriquece enormes almacenes subterráneos, conocidos como acuíferos. De los acuíferos, a través de pozos, se obtiene agua para la agricultura, la industria y las poblaciones. Millones de personas dependen del agua dulce de buena calidad que fluye desde los bosques y que se obtiene de tales acuíferos, que en ocasiones se ubican a cientos de kilómetros del sitio de infiltración. Cada vez existe una mayor conciencia acerca de la importancia que tienen los bosques para el abastecimiento



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. de agua, pues son ellos quienes detienen los procesos de erosión de tal forma que los mantos subterráneos puedan sostener sus niveles de agua, al permitir la infiltración. Los bosques también desempeñan funciones de amortiguación y mitigación de fenómenos meteorológicos extremos, así como reducción de los efectos del cambio climático en los recursos hídricos. Por la relevancia que tienen los ecosistemas forestales en el ciclo del agua, es necesario realizar un manejo sustentable de estos, para lograr que todas las personas tengan acceso a este recurso vital<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la infiltración y escurrimiento, se consideró una superficie de 0.565 ha (5,650 m<sup>2</sup>) correspondiente a vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.

A continuación, se presentan los cálculos de escurrimiento e infiltración para la superficie de 0.565 ha; el cálculo se presenta para dos escenarios: sin proyecto (con vegetación) y con proyecto (camino y exploraciones).

#### Coefficiente de escurrimiento

Dentro de las investigaciones pioneras sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003). Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

A falta de información específica, con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos:

A (suelos permeables)

B (suelos medianamente permeables)

C (suelos casi impermeables)

---

<sup>2</sup> CONAFOR (el 02 de febrero de 2022). Los bosques y el ciclo del agua. <https://www.gob.mx/conafor/articulos/los-bosques-y-el-ciclo-del-agua?idiom=es>



En la Tabla V-15 se especifican las características de los tipos de suelo, que son necesarios para obtener los valores del parámetro K (Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural “Pequeños Almacenamientos”. Secretaría de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: Small Dams).

**Tabla V-15 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

**Tabla V-16 Tipo de suelo**

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hileras	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

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

$$Ce = K (P-250)/200 \text{ (cuando K es igual o menor a 0,15)}$$

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5 \text{ (cuando K es mayor que 0,15)}$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente.



El coeficiente de escurrimiento anual se realizó en dos escenarios, el primero en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura) y el segundo con el proyecto (suelo desnudo).

Basándonos en la tabla anterior, el predio en las condiciones actuales tiene vegetación forestal (vegetación secundaria de selva baja caducifolia) con una cobertura de 25% al 50% y un tipo de suelo A, con lo cual el valor de K es de 0.17; y en el segundo escenario, el predio con el proyecto, es decir con los caminos y las exploraciones, tipo de suelo de tipo A, con lo cual el valor de K es de 0.26.

Se seleccionó la estación climatológica Potrerillos (25074), la cual nos reporta una precipitación media anual de 1,244.8 mm y 90.8 días de lluvia al año.

Por lo tanto, el Ce del área a afectar en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura) sería:

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

$$Ce = 0.17 * (1,244.8-250)/2000 + (0.17-0.15)/1.5$$

$$Ce = 0.0868246$$

Por lo tanto, el Ce del área a afectar en el escenario con proyecto (caminos y exploraciones) sería:

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

$$Ce = 0.29 * 0.4974 + (0.29-0.15)/1.5$$

$$Ce = 0.17131266$$

Volumen de escurrimiento anual

Posterior al cálculo del coeficiente de infiltración se calculó el volumen de escurrimiento anual en los dos escenarios propuestos, en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura) y en el escenario con proyecto.

El volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en ml

At= Área total en m<sup>2</sup>

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).



De acuerdo con lo reportado por la estación climatológica más cercana al área del proyecto la precipitación media anual es de 1,244.8 mm, dentro del predio se realizará el CUSTF en 5,650 m<sup>2</sup>.

Cálculo de volumen de escurrimiento anual en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura):

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Pa (m <sup>3</sup> )	Ce	Vol. Esc Anual (m <sup>3</sup> )
Bosque 25 al 50% de cobertura	5,650	1.2448	0.0868246	610.6154

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos que en las condiciones originales (bosque 25 al 50% de cobertura) se tiene un volumen de escurrimiento anual de 610.6154 m<sup>3</sup>.

Cálculo de volumen de escurrimiento anual en el escenario con proyecto (suelo desnudo):

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Pa (ml)	Ce	Vol. Esc Anual (m <sup>3</sup> )
Suelo desnudo	5,650	1.2448	0.17131266	1,204.86

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos que en el escenario con proyecto se tendrá un volumen de escurrimiento anual de 1,204.86 m<sup>3</sup>.

Al realizar el comparativo del volumen de escurrimiento anual en las condiciones actuales, es decir, con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, y en el escenario con proyecto, se obtiene un aumento de volumen de escurrimiento de 594.2446 m<sup>3</sup> de agua al año, los cuales deben ser compensados.

#### Infiltración

Es fundamental el proteger la capacidad de provisión de los servicios ambientales hidrológicos, entre los cuales se encuentra el mantenimiento de la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, el mantenimiento de la calidad de agua, y la reducción de la carga de sedimentos cuenca abajo, la reducción de las corrientes en los eventos extremos de precipitación, la conservación de manantiales, el mayor volumen de agua superficial en época de secas y reducción del riesgo de inundaciones.

Dentro de las investigaciones pioneras sobre estimaciones de captura de agua se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de infiltración para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.



## Coeficiente de infiltración

El Coeficiente de infiltración se calcula de la siguiente forma:

$$C = K_{fc} + K_p + K_v$$

Donde:

$K_{fc}$  = Coeficiente del tipo del suelo

$K_p$  = Coeficiente de pendiente

$K_v$  = Coeficiente del uso del suelo

Cálculo del  $K_{fc}$ : Refleja la permeabilidad del suelo. Rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; al contrario, suelos recientes, no compactados y arenosos facilitan la infiltración. Se debe considerar también la situación geológica, como las fallas tectónicas, que facilitan la infiltración (Ver Tabla V-17).

**Tabla V-17 Valores utilizados para el coeficiente de tipo de suelo.**

Tipo de suelo	$K_{fc}$
Textura fina	0.1
Textura media	0.15
Textura gruesa	0.2

Cálculo de  $K_p$ : Es un factor sumamente importante porque se relaciona directamente con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico se asigna a cada zona de estudio un coeficiente de pendiente  $K_p$  (Ver Tabla V-18).

**Tabla V-18 Valores utilizados para el coeficiente de pendiente**

Pendiente	$K_p$
0 a 1%	0.40
1 a 15%	0.15
15 a 30%	0.10
30 a 50%	0.07
50 a 70%	0.05
Mayor a 70%	0.01

Cálculo de  $K_v$ : Es un factor importante y el más cambiante en el cálculo de la recarga. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50% (Ver Tabla V-19).

Tabla V-19 Valores utilizados para el coeficiente de uso de suelo

Tipo de Vegetación	KV	Tipo de Vegetación	KV
Acuícola	-	Palmar inducido	0.1
Agricultura de humedad	0.1	Palmar natural	0.1
Agricultura de riego	0.1	Pastizal cultivado	0.1
Agricultura de temporal	0.1	Pastizal gipsófilo	0.1
Asentamientos humanos	0.1	Pastizal halófilo	0.1
Bosque cultivado	0.15	Pastizal inducido	0.1
Bosque de ayarín	0.2	Pastizal natural	0.1
Bosque de cedro	0.2	Popal	0.1
Bosque de encino	0.2	Pradera de alta montaña	0.1
Bosque de encino-pino	0.2	Sabana	0.1
Bosque de galería	0.1	Sabanoide	0.1
Bosque de oyamel	0.2	Selva alta perennifolia	0.2
Bosque de pino	0.15	Selva alta subperennifolia	0.2
Bosque de pino-encino	0.2	Selva baja caducifolia	0.2
Bosque de táscate	0.18	Selva baja espinosa caducifolia	0.2
Bosque inducido	0.15	Selva baja espinosa subperennifolia	0.2
Bosque mesófilo de montaña	0.2	Selva baja perennifolia	0.2
Chaparral	0.3	Selva baja subcaducifolia	0.2
Cuerpo de agua	-	Selva baja subperennifolia	0.2
Desprovisto de vegetación	0.18	Selva de galería	0.1
Manglar	0.1	Selva mediana caducifolia	0.2
Matorral crasicaule	0.18	Selva mediana perennifolia	0.2
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana subcaducifolia	0.2
Matorral desértico micrófilo	0.18	Selva mediana subperennifolia	0.2
Matorral desértico rosetófilo	0.18	Sin vegetación aparente	0.18
Matorral espinoso tamaulipeco	0.18	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.18	Vegetación de desiertos arenosos	0.07
Matorral sarco-crasicaule	0.18	Vegetación de dunas costeras	0.07
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.18	Vegetación de galería	0.1
Matorral sarcocaula	0.18	Vegetación de petén	0.1
Matorral submontano	0.18	Vegetación gipsófila	0.1
Matorral subtropical	0.2	Vegetación halófila	0.1
Mezquital	0.18	Zona agrícola	0.1
Mezquital	0.2	Zona urbana	0.18



Una vez calculado el coeficiente de infiltración se procede a calcular la precipitación potencial, la cual es calculada con la siguiente expresión:

$$I = (0.88) C P$$

Donde:

I = Infiltración

C = Coeficiente de infiltración

P = Precipitación

La precipitación media anual en el área donde se llevará a cabo el proyecto es de 1,244.8 mm y existen un total de 90.8 días de lluvia al año (normales climatológicas reportadas por la estación Potrerillos para el periodo 1981-2010).

El cálculo de la cantidad de agua que se infiltra en el predio se realizó en dos escenarios, el primero en las condiciones actuales del predio (vegetación secundaria de selva baja caducifolia) y el segundo con el nuevo uso de suelo propuesto (camino y exploraciones). La superficie que se utilizó para el cálculo es 5,650 m<sup>2</sup> correspondiente a vegetación forestal.

Cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales del predio

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración en las condiciones actuales del predio.

Coeficiente del tipo del suelo (K<sub>fc</sub>) = 0.15, el tipo de suelo en la zona tiene una textura media.

Coeficiente de pendiente (K<sub>p</sub>) = 0.1, la zona presenta una pendiente entre 15 y 30%.

Coeficiente del uso del suelo (K<sub>v</sub>) = 0.20, el uso de suelo actual del predio es selva baja caducifolia

**Tabla V-20 Coeficiente de infiltración**

Escenario actual				
Uso de suelo	K <sub>fc</sub>	K <sub>p</sub>	K <sub>v</sub>	C
Selva baja caducifolia	0.20 (textura gruesa)	0.1 (pendiente promedio 21.12%)	0.20 (selva baja caducifolia)	0.5

**Tabla V-21 Cálculo de la infiltración potencial**

Escenario Actual				
Uso de suelo	Agua que potencialmente se infiltra en el área (mm)	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (L/año)	Expresado en m <sup>3</sup> /año
Selva baja	$I = (0.88) * 0.5 * 1,244.8 \text{ mm} =$	5,650	3,094,572.8	3,094.57

De acuerdo con los resultados obtenidos, en las condiciones actuales del área con vegetación secundaria de selva baja caducifolia (5,650 m<sup>2</sup>), se infiltran potencialmente 3,094.572 m<sup>3</sup> de agua al año.

Cantidad de agua que se infiltrará con la implementación del proyecto (nuevo uso de suelo)

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración con la implementación del proyecto.

Coefficiente del tipo del suelo (K<sub>fc</sub>) = 0.15, el tipo de suelo en la zona tiene una textura media.

Coefficiente de pendiente (K<sub>p</sub>) = 0.1, la zona presenta una pendiente entre 15 y 30%.

Coefficiente del uso del suelo (K<sub>v</sub>) = el uso de suelo con proyecto /sin vegetación aparente, el valor de esta variable es de 0.18.

**Tabla V-22 Coeficiente de infiltración**

Escenario con la implementación del proyecto				
Uso de suelo	K <sub>fc</sub>	K <sub>p</sub>	K <sub>v</sub>	C
Sin vegetación aparente	0.15 (textura gruesa)	0.1 (pendiente promedio 21.12%)	0.18 (sin vegetación aparente)	0.43

**Tabla V-23 Cálculo de la infiltración potencial**

Escenario con la implementación del proyecto				
Uso de suelo	Agua que potencialmente se infiltra en el área (mm)	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (L/año)	Expresado en m <sup>3</sup> /año
Sin vegetación aparente	$I = (0.88) * 0.43 * 1,244.8 \text{ mm}$ = 471.03	5,650	2,661,332.608	2,661.332

De acuerdo con los resultados obtenidos, se tendrá una infiltración potencial de 2,661.332 m<sup>3</sup> de agua al año con la implementación del proyecto en la superficie 5,650 m<sup>2</sup>.

Tomando en cuenta los cálculos realizados anteriormente se procedió a realizar un balance hídrico.

**Tabla V-24 Comparativo de la infiltración potencial antes y después del desarrollo del proyecto**

Diferencia		
Infiltración potencial m <sup>3</sup> /año en el estado actual del área	Infiltración potencial m <sup>3</sup> /año en el área después de la implementación	Balance de la infiltración potencial m <sup>3</sup> /año con la implementación del



del proyecto	del proyecto	proyecto
3,094.57	2,661.332	433.23

Al hacer el balance de la infiltración potencial con la implementación del proyecto se observa que habrá una disminución en la infiltración de 433.23 m<sup>3</sup>/año, esta disminución deberá ser compensada al 100%.

#### Obras de mitigación

En base a lo anterior, como medida de compensación principal para el aumento en el escurrimiento y la pérdida de infiltración que se producirán debido a la implementación del proyecto, es la construcción de zanjas ciegas. A continuación, se presenta la información sobre este tipo de obras de conservación.

#### Zanjas de infiltración

Para mitigar el impacto ocasionado por el proyecto se contempla la realización de obras físicas de tipo preventivo denominadas zanjas ciegas.

Las zanjas ciegas son excavaciones que se realizan en curvas a nivel, trazadas a “tres bolillo”. Tienen la finalidad de incrementar la infiltración del agua de lluvia al subsuelo, reduciendo la erosión hídrica al detener o frenar los escurrimientos superficiales. Las zanjas pueden construirse en forma continua a través de toda la ladera, sobre distancias más cortas, o para plantaciones de manera individual.

Las zanjas tienen como objetivo principal la recarga de mantos acuíferos para mantener la humedad en el suelo y fomentar el desarrollo de la vegetación natural, reducir la velocidad del escurrimiento superficial, así como utilizar las líneas de zanjas como brechas cortafuego.

Control de la erosión hídrica para evitar riesgos de erosión severa que producen mayores pérdidas de suelo y arrastre a las partes bajas de la cuenca.

Control de los escurrimientos en forma ordenada disminuyendo el riesgo de avenidas que generen inundaciones con las consiguientes pérdidas económicas.

Almacenamiento de agua para la recarga que permita aportar cantidad y calidad a los mantos acuíferos

Favorecer la infiltración y almacenamiento de agua en el suelo para el uso de las plantas o de los cultivos forestales.

Prevenir las avenidas torrenciales o movimientos en masa del suelo.

Controlar la erosión en laderas con cobertura vegetal deteriorada que requieren repoblación.



#### Consideraciones para su implementación

Se recomienda el uso de zanjas:

En regiones áridas o semiáridas donde la precipitación no es muy alta.

En las laderas desprovistas de vegetación de una cuenca hidrográfica donde se planea realizar una reforestación.

En regiones donde es necesario favorecer la infiltración del agua en el suelo y la recarga de acuíferos.

Para el control de avenidas que generen problemas de inundaciones y/o la acumulación de sedimento en las partes bajas de una cuenca.

Para el desarrollo de huertos en terrenos de ladera.

#### Consideraciones para su construcción

En el diseño de un sistema de zanjas se deben considerarse los siguientes puntos:

Determinar la pendiente media del sitio en donde se van a construir las zanjas.

Levantar información de campo con las características del sitio tales como: tipo de suelo (profundidad, textura y dureza), tipo y densidad de vegetación, topografía (barrancas, relieve), pedregosidad y accesos al sitio.

Determinar los espaciamientos (vertical y horizontal).

Estimar el escurrimiento máximo que se tiene en el sitio con objeto de que las tinas no sufran rompimientos

Estimar escurrimiento medio para el cálculo de llenado de la tina.

#### Proceso de construcción

La zanja se recomienda que se construya utilizando las curvas de nivel de la zona donde serán implementadas, se colocan marcar de acuerdo a la distancia de espaciamiento que se calculó, esta distancia puede ser ajustada dependiendo las condiciones del terreno. La excavación de las zanjas se realiza de manera manual, utilizando pico y pala, es recomendable depositar el suelo, producto de la excavación, aguas abajo, formando un bordo de una longitud igual a la de la zanja, y se debe compactar para evitar que la corriente arrastre el suelo.



Es conveniente considerar las medidas recomendables en zanjas, ya que la pendiente del terreno puede afectar sus dimensiones al momento de su construcción. Por ello, en terrenos inclinados, se debe medir la profundidad a la mitad del ancho de la zanja.

El adecuado funcionamiento de las zanjas depende del mantenimiento de la obra, ya que los procesos de sedimentación disminuyen la capacidad de captación de agua de lluvia, así como también reducen el tiempo de vida útil para el que fueron construidas. Por ello, es conveniente que se desalojen los sedimentos acumulados durante el tiempo de vida útil de la obra.

Se debe considerar el espaciamiento calculado para cada una de las zanjas, por ejemplo, si se calcula un espaciamiento de 2 metros entre zanja y zanja, y cada una mide 2 metros de largo, entonces en 100 metros lineales se pueden construir 25 zanjas. La distancia entre ellas es de 20 metros y entre hileras alternas es de 10 metros; por lo tanto, se construyen en promedio 250 zanjas por hectárea, que equivalen a 500 metros lineales, distribuidos cada 10 metros.

#### Recomendaciones:

Cuando se busca retener humedad se recomienda compactar la base de la zanja para reducir la infiltración de agua de lluvia.

Para lograr el mayor aprovechamiento en la captación de agua de lluvia, se recomienda modificar la pendiente de tal manera que el agua se conduzca hacia las zanjas.

Se deben eliminar los obstáculos que desvíen los escurrimientos del sitio de interés.

Es necesario proporcionar cuidados suficientes para lograr mayor éxito en los beneficios de la obra.

Este tipo de obra se recomienda para zonas semiáridas y templadas con pendientes no mayores a 40%, ya que el movimiento de tierra que se hace en la zanja aguas arriba propicia que se deposite en la zanja de aguas abajo por el escurrimiento superficial.

Cuando las zanjas se usan para interceptar la escorrentía de una cárcava, el diseño debe ser calculado para captar el 100% del escurrimiento.

#### Cálculos para el diseño de las zanjas

Intervalo vertical (IV) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IV = \left( 2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) * 0.305$$



Donde:

IV = intervalo vertical (m).

P = pendiente del terreno (%).

3 = si la precipitación es menor de 1,200 mm de lluvia al año.

4 = si la precipitación es mayor de 1,200 mm de lluvia anuales.

0.305 = factor de corrección de unidades.

Tomando como referencia la pendiente media del terreno (21.12%), y que el área del proyecto tiene una precipitación media anual mayor a 1,200 mm de lluvia al año, se sustituyeron los valores en la ecuación anterior.

$$IV = (2 + P/3) * 0.305$$

$$IV = (2 + 21.12/4) * 0.305$$

$$IV = 1.76 \text{ m}$$

Por lo tanto, el intervalo vertical entre cada zanja deberá ser de 1.76 m.

El intervalo horizontal (IH) se estima de la siguiente manera:

$$IH = \frac{IV}{P} * 100$$

Donde:

IH = intervalo horizontal (m).

P = pendiente del terreno (%).

100 = factor de conversión.

IV = intervalo vertical (m).

Tomando como referencia la pendiente media del terreno (21.12%), y el cálculo del intervalo vertical es de 1.76 metros.

Al sustituir los valores en la fórmula anterior:

$$IH = IV/P * 100$$

$$IH = 1.76 / 21.12 * 100$$

$$IH = 8.34 \text{ m}$$

Por lo tanto, el intervalo horizontal entre cada zanja deberá ser de 8.34 m.

Utilizando los datos de uso actual del suelo y de su textura recabados en campo, así como con los de la pendiente, se procede a determinar el coeficiente de escurrimiento “C” auxiliándose de la información del siguiente cuadro.

**Tabla V-25 Factores para el coeficiente de escurrimiento (C).**

Uso	Pendiente %	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
Agrícola (cultivos)	0 a 2	0.08	0.11	0.14
	2 a 6	0.13	0.15	0.19
	>6	0.16	0.21	0.26
Pastizales	0 a 2	0.12	0.18	0.24
	2 a 6	0.20	0.28	0.30
	>6	0.30	0.37	0.44
Bosque	0 a 2	0.05	0.08	0.10
	2 a 6	0.08	0.11	0.13
	>6	0.11	0.14	0.16

El volumen de agua que una zanja puede retener, en función de las características de construcción de la zanja, se calcula mediante la ecuación:

$$A = E * C * L * 10$$

Donde:

A = La capacidad de almacenamiento (l/m)

E = El espaciamiento o intervalo horizontal entre zanja (m) o IH

C = El coeficiente de escurrimiento (adimensional)

L = La lluvia máxima en 24 horas (cm)

10 =factor de ajuste de unidades

Se calculó un espaciamiento horizontal de 8.34 metros, factor de coeficiente de escurrimiento de 0.16, y una cantidad de lluvia máxima en 24 horas de 552 mm (5.52 cm) de acuerdo a las normales climatológicas de la estación Potrerillos.

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior:

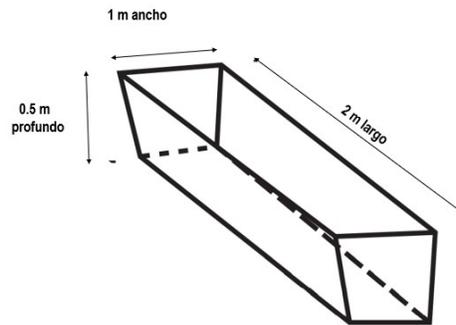
$$A = E * C * L * 10$$

$$A = 8.34 * 0.16 * 5.52 * 10$$

$$A = 73.65 \text{ l/m}$$

Por lo tanto, el volumen de escurrimiento hacia la zanja es de 73.65 l/m.

De acuerdo con la información anterior, se proponen construir zanjas de infiltración con las siguientes dimensiones 2 m de largo x 1 m de ancho x 0.5 m de profundidad, por lo que cada zanja de infiltración tendría una capacidad de retención de 1 m<sup>3</sup> por evento de lluvia.



**Figura V-5. Esquema de una zanja de infiltración con las medidas propuestas**

El volumen máximo que podría escurrir del área de drenaje de cada zanja es de 73.65 litros, y si la capacidad de almacenamiento de agua de la zanja es de 1,000 litros, se considera que la capacidad de la tina es suficiente para almacenar un evento extraordinario que se presente en promedio al menos una vez cada cinco años.

Basándose en los cálculos anteriores y realizando los ajustes para fines prácticos de construcción, se implementará un sistema de zanjas ciegas con las siguientes dimensiones cada una: 2 metros de largo por 1 metro de ancho y 0.5 metro de profundidad, con un espaciamiento entre zanjas de 1.7 metros verticalmente por 15 metros horizontalmente, como se puede observar en el siguiente esquema.

De acuerdo con los cálculos anteriores para mitigar la pérdida de 433.23 m<sup>3</sup> de agua al año por reducción de infiltración y aumento en el volumen de escurrimiento, se propone la construcción de 4 zanjas ciegas de 2 metros de largo por 1 metro de ancho y 0.5 metro de profundidad cada una; cada zanja captará 1 m<sup>3</sup> por día de lluvia. De acuerdo con las normales climatológicas reportadas para la zona se cuenta con 90 eventos de lluvia al año, con lo cual se estima que cada zanja capture m<sup>3</sup>/año, y en conjunto las 10 zanjas infiltren 662,850 m<sup>3</sup> anuales, por lo que el impacto generado será compensado al 100%.

El diseño y los cálculos mencionados anteriormente están sustentado en la siguiente bibliografía. 1. Manual de Obras prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales (2018). Comisión



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. Nacional Forestal (CONAFOR) / 2. Ficha técnica para la elaboración de Zanjás ciegas (2009). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y El Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos / 3. Manual de Obras para el Control de Erosión Laminar (2008). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) / 4. Diseño de obras para la conservación de Agua y Suelo (2004). Instituto forestal (INFOR), Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Universidad de Tala, Chile.

## V.1 Flora

### Tipos de vegetación:

De los resultados obtenidos en los muestreos realizados en los predios del área de proyecto se establece que se registró solo un tipo de vegetación, aunque de acuerdo al análisis producto de la fotointerpretación realizada del área de proyecto y con apoyo de la Carta de Uso de suelo y Vegetación continuo nacional, Serie VII de INEGI, la superficie pretendida para el área de proyecto corresponde a Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de pino, con recorridos puntuales en dicha superficie se obtuvo que con base en los elementos vegetales registrados, el área de CUSTF está cubierto por Vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia

Tipo de vegetación y distribución en el área del proyecto

### **Vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia en el área de proyecto**

Descripción del tipo de vegetación

Con base en los resultados obtenidos en los muestreos realizados en los predios sujetos a CUSTF se establece que se registró solo un tipo de vegetación, y aunque, sí bien es cierto que, en la Carta de uso de suelo y vegetación F13-2 “El Salto”, Serie VI de INEGI, el uso de suelo registrado para el área de CUSTF corresponde a Vegetación secundaria de Bosque de pino, mediante recorridos puntuales en el área del proyecto y los muestreos realizados, se determinó que el uso de suelo del área de proyecto corresponde a vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia. De acuerdo con lo antes mencionado a continuación se presenta el análisis para el área de CUSTF.

Tipo de vegetación y distribución en el área de CUSTF

Vegetación secundaria de arbórea de Selva baja caducifolia

La vegetación secundaria es una asociación vegetal que se desarrolla a partir de la alteración de la vegetación primaria (Kern, 1996), con cambios en la composición florística y la estructura horizontal y vertical que pueden variar en función del tiempo de abandono y la extensión de la perturbación (Miranda & Hernández-X, 1963; Giraldo-Cañas, 2000; Castillo-Campos & Laborde-D, 2004). En estas áreas modificadas se da un aumento en



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. la abundancia de especies y aquellas de rápido crecimiento tienden a ser desproporcionalmente favorecidas por los recursos, lo que lleva a su sobre-dominancia durante la sucesión temprana (Stuart Chapin III, Vitousek, & Van Cleve, 1986) y a un empobrecimiento en la riqueza específica de las comunidades vegetales primarias (Ramírez-Marcial; Ochoa-Gaona, González-Espinosa).

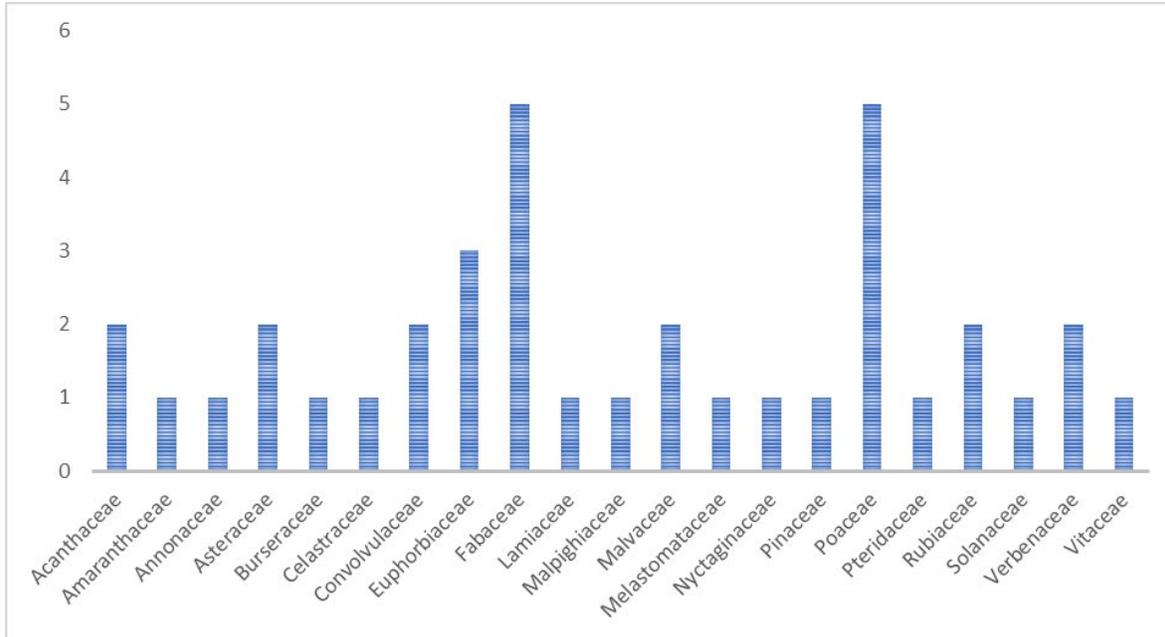
Éste es el caso de la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia que se localiza dentro del área de proyecto y sitio de obras. En la cual los elementos que la conforman han sustituido a especies primarias.

La estructura de esta condición vegetal en el área de proyecto y sitio de obras se presenta en tres variantes, distinguibles de acuerdo a las especies presentes y los estratos que la conforman. El estrato arbóreo está dominado por especies que se benefician con el disturbio como: *Acacia pennatula*, *Ipomoea murucoides*, *Bunchosia lanceolata*. El polígono del área de proyecto presenta superficies abiertas con escasos elementos arbóreas creciendo en un rango de entre 1.5 a 4 m de altura y un importante contingente de especies arbustivas y herbáceas. El estrato arbustivo se entremezcla con el arbóreo, los individuos que se presentan alcanzan hasta 3 m de alto. *Las especies más comunes son Acacia farnesiana, Acalyoha cincta, Brickellia coulteri, Ricinus communis, Pisonia capitata Mimosa tenuiflora, Barckeyanthus saliciifolius*, entre otras. En cuanto al estrato herbáceo, son importantes en el área de proyecto y sitio de obras, sin embargo están representadas principalmente por pastos arvenses, leguminosas y compuestas

El estado de conservación del uso de suelo registrado en el área de CUSTF se considera como una condición vegetal resultante de la intervención a la comunidad vegetal primaria en este caso del Bosque de encino con un avanzado grado de degradación, derivado de la fragmentación por el fuerte desmote que existe en la región principalmente por las actividades antrópicas que tiene que ver con la implementación de vías de acceso, agropecuarias y en general de población.



Clase	Familias	Géneros	Especies
Liliopsida	1	5	5
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>37</b>

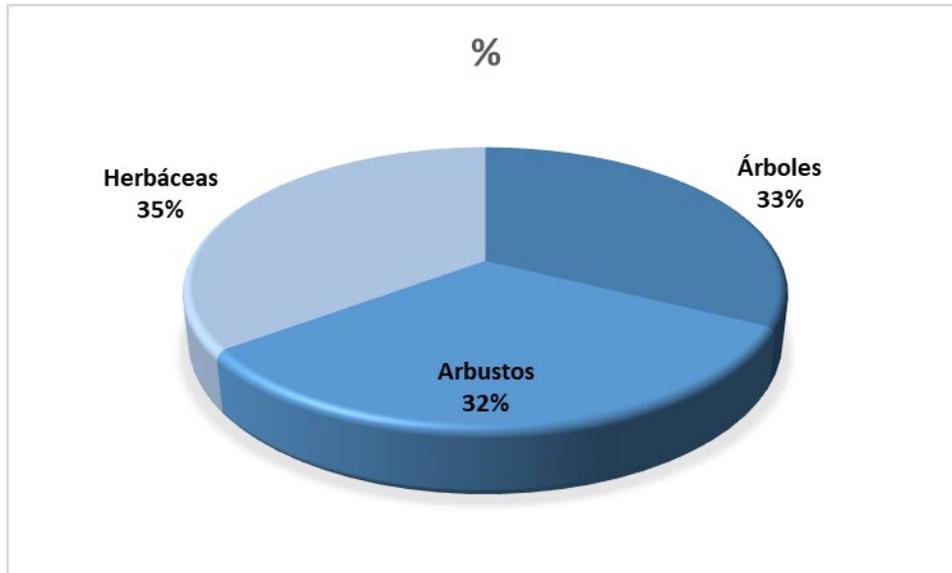


Gráfica V-3 Diversidad por familia en el área de CUSTF, las barras verdes representan el número de especies por familia.

En el caso de la diversidad por forma biológica, se puede decir que la repartición de los grupos es homogénea ya que, en el caso del estrato arbóreo se obtuvo un total de 12 especies, seguido del estrato arbustivo con 12 y por último el estrato herbáceo con 13 especies (Ver Tabla V-27)

Tabla V-27 Diversidad por formas biológicas en el área de CUSTF por forma biológica

Forma biológica	Número de especies
Árboles	12
Arbustos	12
Herbáceas	13
<b>Totales</b>	<b>37</b>



Gráfica V-4 Riqueza por formas biológicas en el área de CUSTF

Especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, en el área de estudio de los predios del área de CUSTF.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2019), que lista las especies en riesgo, no fue posible el registro de especies protegidas dentro del área de CUSTF.

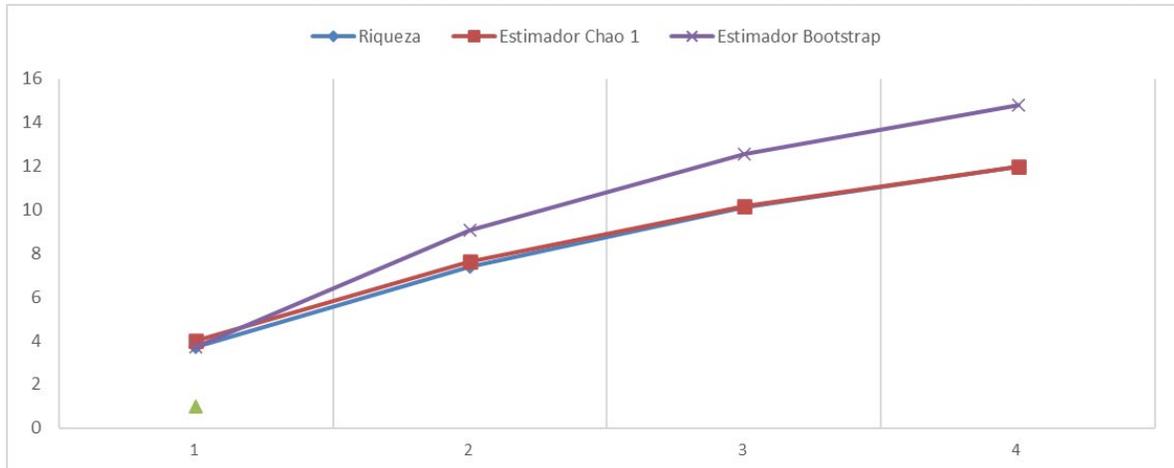
Análisis predios de comprenden el CUSTF

Curva de acumulación de especies

Para comprobar si el muestreo fue representativo y el tamaño de muestra fue el indicado, se aplicó una curva de acumulación de especies para cada estrato (árboles, arbustos y herbáceas) por tipo de vegetación utilizando el software Estimate 9.1.0 (Colwell 2013). En esta curva se representa mediante gráficas la aparición de especies conforme a los muestreos; lo anterior es posible de acuerdo al incremento de los individuos.

### Arboles

La curva de acumulación de especies para el muestreo realizado en el estrato arbóreo sugiere que éste es el adecuado, toda vez que el gráfico muestra la asíntota. (Ver Gráfica V-5). De acuerdo a la evaluación y donde el estimador Bootstrap predice la probable aparición de 3 especies más con la aplicación de más muestreos. (Ver anexo Índices vegetación, BD Vegetación). Si bien para la Gráfica V-5 la asíntota no es muy evidente, esta situación recae en la presencia de individuos considerados como Singletons (especies representadas por un solo individuo en el muestreo) y dobletons (especies representadas por dos individuos en el muestreo), los cuales pueden alterar de cierta manera los resultados, pronosticando una mayor aparición de taxas.

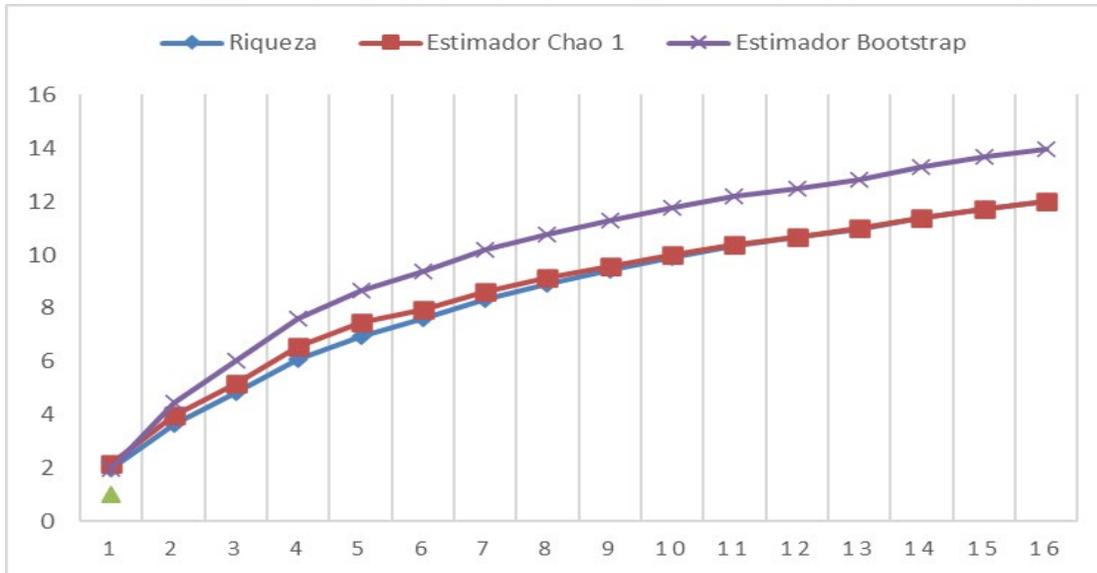


**Gráfica V-5 Curva de acumulación de especies del estrato arbóreo**

Para el estrato arbóreo, se registraron 12 especies con 158 individuos que representan alrededor del 90% de las esperadas para el área según lo muestra los estimadores de especies potenciales, así como la curva de acumulación de especies lo que indica un muestreo justo para el análisis de la diversidad del área (Ver anexo Índices vegetación, BD Vegetación).

### **Arbustos**

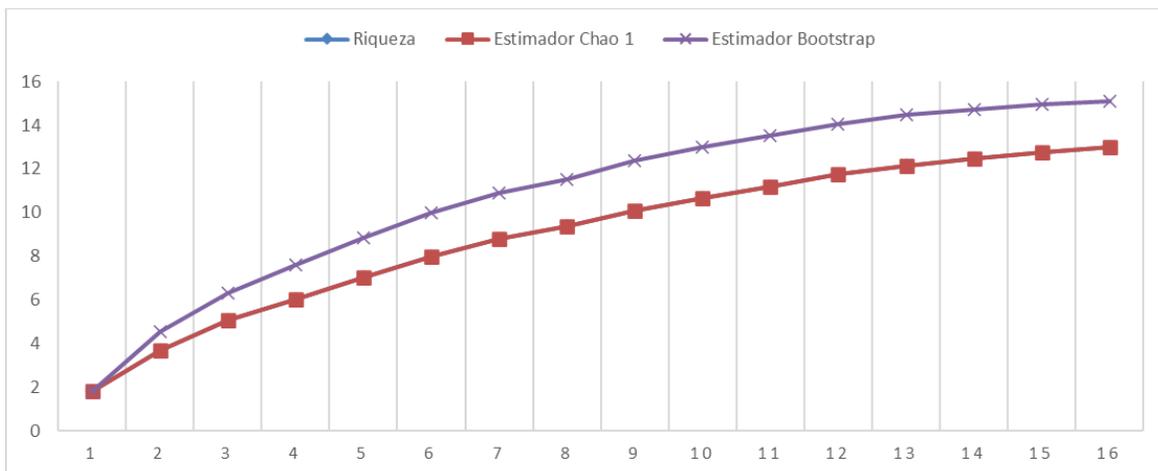
El muestreo efectuado para el estrato arbustivo fue apropiado, esto de acuerdo con la **Gráfica V-6**, en esta se puede apreciar que de acuerdo con los 16 muestreos se alcanzó la asíntota. Este estrato presentó una riqueza de 12 especies y una abundancia total de 64 individuos. Con base en lo anterior los estimadores de especies potenciales (Chao-1 y Bootstrap) predicen la probable presencia de una especie más, por lo que la evaluación es confiable (Ver anexo Índices vegetación, BD Vegetación).



Gráfica V-6 Curva de acumulación de especies del estrato arbustivo

### Hierbas

En el caso del estrato herbáceo la tendencia fue similar a la del estrato arbustivo, por lo que se concibe al muestreo aplicado como adecuado y confiable. En este estrato se registró un total de 13 taxas con 135 individuos. Los estimadores de especies potenciales (Chao-1 y Bootstrap) proyectan la aparición de 1 taxas diferentes con la aplicación de más muestreos, sin embargo, la gráfica justifica que la evaluación es adecuada (Ver Gráfica V-7), (Ver anexo Índices vegetación, BD Vegetación).



Gráfica V-7 Curva de acumulación de especies del estrato herbáceo

### Determinación de los Valores de Importancia de la vegetación

El inventario para la evaluación de la vegetación que será removida por el desarrollo del Proyecto, se llevó a cabo mediante el muestreo de sitios de dimensiones fijas, en el tipo de vegetación registrado (Vegetación

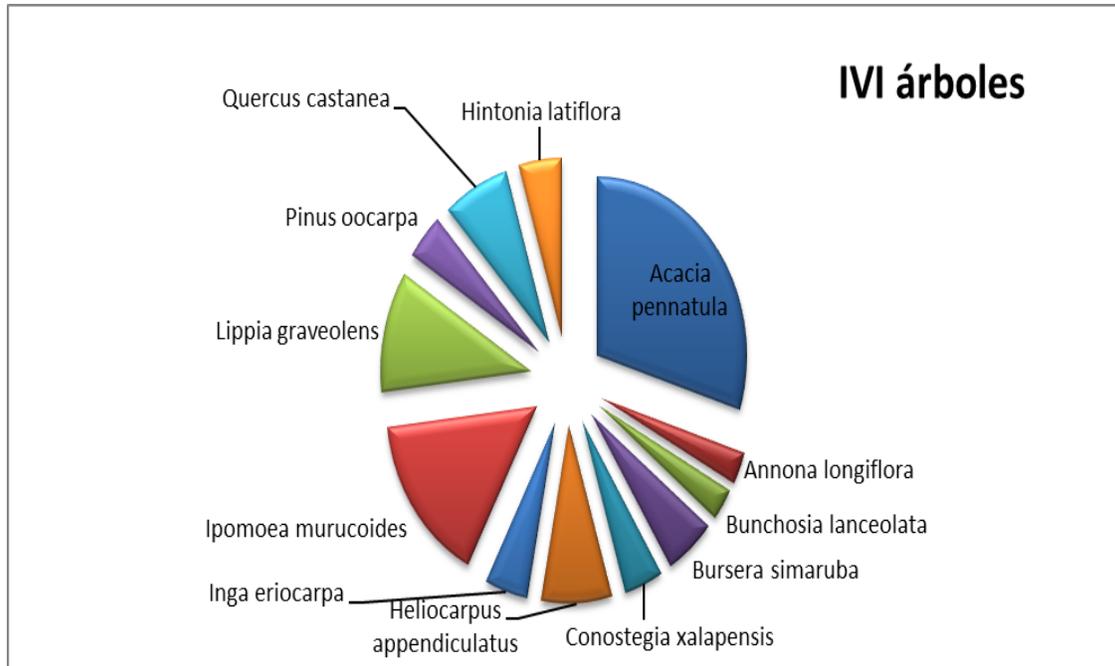
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. secundaria arbórea de se) y a intervenir. Una vez en campo, se localizó mediante GPS la localización exacta de los extremos de los predios y trayecto de la obra y se procedió a obtener la información donde se contabilizaron y agruparon por especie. La identificación de las especies vegetales se logró con ayuda de guías de campo, aquellas cuya identificación no se concretó en el sitio, para las que no fue posible su identificación en campo se colectaron para su posterior reconocimiento, con ayuda de bibliografía especializada.

#### Estrato arbóreo

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que, del total de las especies arbóreas (12) registradas, la dominante en el IVI del estrato arbóreo fue definitivamente *Acacia pennatula* con el 29.91 % del total, seguida de *Ipomoea murucoides* 15.56% y *Lippia umbellata* con 10.94 % del IVI, la suma de estas tres especies es en total 56.41 %, esto se traduce en una clara dominancia de tres especies sobre el total, consecuentemente la distribución de las especies se presenta de manera homogénea (Ver Tabla V-28 y Gráfica V-8).

**Tabla V-28 Parámetros bióticos del estrato arbóreo.**

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Acacia pennatula</i>	61	38.61	12.50	38.6	89.72	29.91
<i>Annona longiflora</i>	2	1.27	6.25	1.3	8.78	2.93
<i>Bunchosia lanceolata</i>	2	1.27	6.25	1.3	8.78	2.93
<i>Bursera simaruba</i>	3	1.90	12.50	1.9	16.30	5.43
<i>Conostegia xalapensis</i>	5	3.16	6.25	3.2	12.58	4.19
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	13	8.23	6.25	8.2	22.71	7.57
<i>Inga eriocarpa</i>	6	3.80	6.25	3.8	13.84	4.61
<i>Ipomoea murucoides</i>	27	17.09	12.50	17.1	46.68	15.56
<i>Lippia umbellata</i>	21	13.29	6.25	13.3	32.83	10.94
<i>Pinus oocarpa</i>	5	3.16	6.25	3.2	12.58	4.19
<i>Quercus castanea</i>	7	4.43	12.50	4.4	21.36	7.12
<i>Hintonia latiflora</i>	6	3.80	6.25	3.8	13.84	4.61
<b>Total</b>	158	100	100	100	300	100



Gráfica V-8 Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo evaluado.

### Índices de diversidad

El estrato arbóreo del área de CUSTF posee una riqueza específica de 12 especies, la diversidad del estrato arbóreo en el área en cuestión es de  $H=1.9340$ .

Tabla V-29 Índice de Diversidad de especies del estrato arbóreo.

Arboles					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	In pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Acacia pennatula</i>	61	0.39	-0.9517	-0.3674
2	<i>Annona longiflora</i>	2	0.01	-4.3694	-0.0553
3	<i>Bunchosia lanceolata</i>	2	0.01	-4.3694	-0.0553
4	<i>Bursera simaruba</i>	3	0.02	-3.9640	-0.0753
5	<i>Conostegia xalapensis</i>	5	0.03	-3.4532	-0.1093
6	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	13	0.08	-2.4976	-0.2055
7	<i>Inga eriocarpa</i>	6	0.04	-3.2708	-0.1242
8	<i>Ipomoea murucoides</i>	27	0.17	-1.7668	-0.3019
9	<i>Lippia graveolens</i>	21	0.13	-2.0181	-0.2682
10	<i>Pinus oocarpa</i>	5	0.03	-3.4532	-0.1093
11	<i>Quercus castanea</i>	7	0.04	-3.1167	-0.1381
12	<i>Hintonia latiflora</i>	6	0.04	-3.2708	-0.1242

Arboles					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
	TOTAL	158			-1.934015898
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	12			
	Resultado: H' =	1.9340159			
	Resultado: J' =	0.7783053			

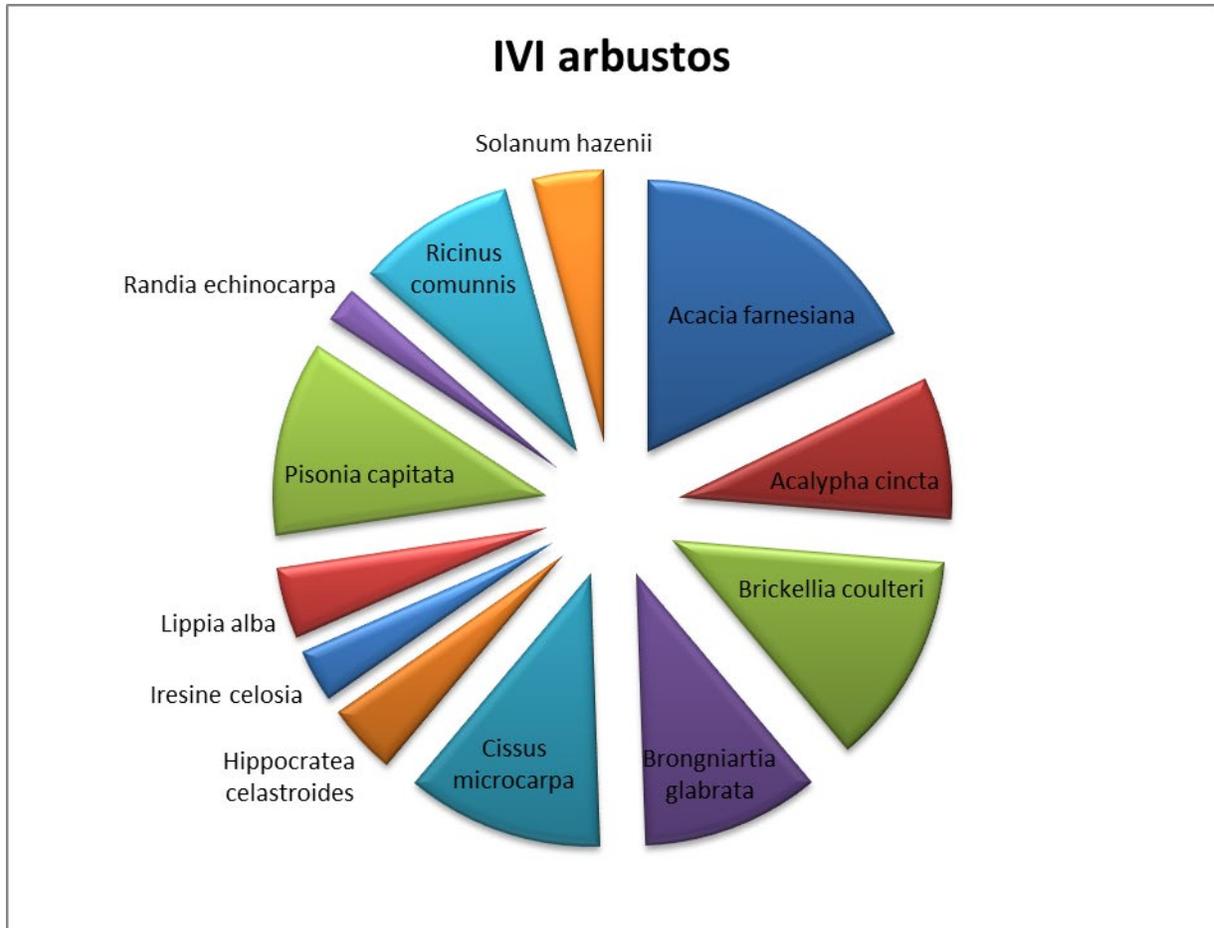
El resultado señala que el estrato arbóreo del área con Bosque de encino presenta una baja representatividad de las especies al presentar un nivel bajo de diversidad donde las especies se distribuyen de manera desigual (1.9340) dentro de los predios del área de CUSTF.

### Estrato arbustivo

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que las especies dominantes del estrato arbustivo son: *Acacia farnesiana* con 17.84 % total del IVI, seguida por *Brickellia coulteri* con 16.88 %, *Cissus microcarpa* con 11.62 %, *Pisonia capitata* con 11.59 %, *Brongniartia glabrata* 10.55% y *Verbesina fastigiata* con 10.19%. Solo estas cinco especies suman cerca del 65 % total del IVI, esto significa que con base en el muestreo la repartición de las especies es desproporcionada, lo que podría significar que el área de CUSTF cuenta con una importante intervención (Ver Gráfica V-9 y Tabla V-30).

Tabla V-30 Parámetros bióticos del estrato arbustivo

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Acacia farnesiana</i>	13	20.31	12.90	20.3	53.53	17.84
<i>Acalypha cincta</i>	5	7.81	9.68	7.8	25.30	8.43
<i>Brickellia coulteri</i>	8	12.50	12.90	12.5	37.90	12.63
<i>Brongniartia glabrata</i>	6	9.38	12.90	9.4	31.65	10.55
<i>Cissus microcarpa</i>	6	9.38	16.13	9.4	34.88	11.63
<i>Hippocratea celastroides</i>	3	4.69	3.23	4.7	12.60	4.20
<i>Iresine celosia</i>	2	3.13	3.23	3.1	9.48	3.16
<i>Lippia alba</i>	3	4.69	3.23	4.7	12.60	4.20
<i>Pisonia capitata</i>	7	10.94	12.90	10.9	34.78	11.59
<i>Randia echinocarpa</i>	1	1.56	3.23	1.6	6.35	2.12
<i>Ricinus comunnis</i>	7	10.94	6.45	10.9	28.33	9.44
<i>Solanum hazenii</i>	3	4.69	3.23	4.7	12.60	4.20
Total	64	100	100	100	300	100



Gráfica V-9 Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.

El resultado señala que el estrato arbustivo presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en cinco de las 12 especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una diversidad moderada. Además, la máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el del área de proyecto es de  $H'$  es de 2.054.

#### Índice de diversidad

Tabla V-31 Índice de Diversidad de especies arbustivas.

Arbustivos					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Acacia farnesiana</i>	13	0.2031	-1.5939	-0.3238
2	<i>Acalypha cincta</i>	5	0.0781	-2.5494	-0.1992
3	<i>Brickellia coulteri</i>	8	0.1250	-2.0794	-0.2599
4	<i>Brongniartia glabrata</i>	6	0.0938	-2.3671	-0.2219

Arbustivos					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
5	<i>Cissus microcarpa</i>	6	0.0938	-2.3671	-0.2219
6	<i>Hippocratea celastroides</i>	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
7	<i>Iresine celosia</i>	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
8	<i>Lippia alba</i>	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
9	<i>Pisonia capitata</i>	7	0.1094	-2.2130	-0.2420
10	<i>Randia echinocarpa</i>	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
11	<i>Ricinus comunis</i>	7	0.1094	-2.2130	-0.2420
12	<i>Solanum hazenii</i>	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
TOTAL		64			-
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
Riqueza S=		12			
Resultado: H' =		2.3144343			
Resultado: J' =		0.9313969			

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta diversidad moderada, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la desigualdad (Ver Tabla V-31).

#### Estrato herbáceo

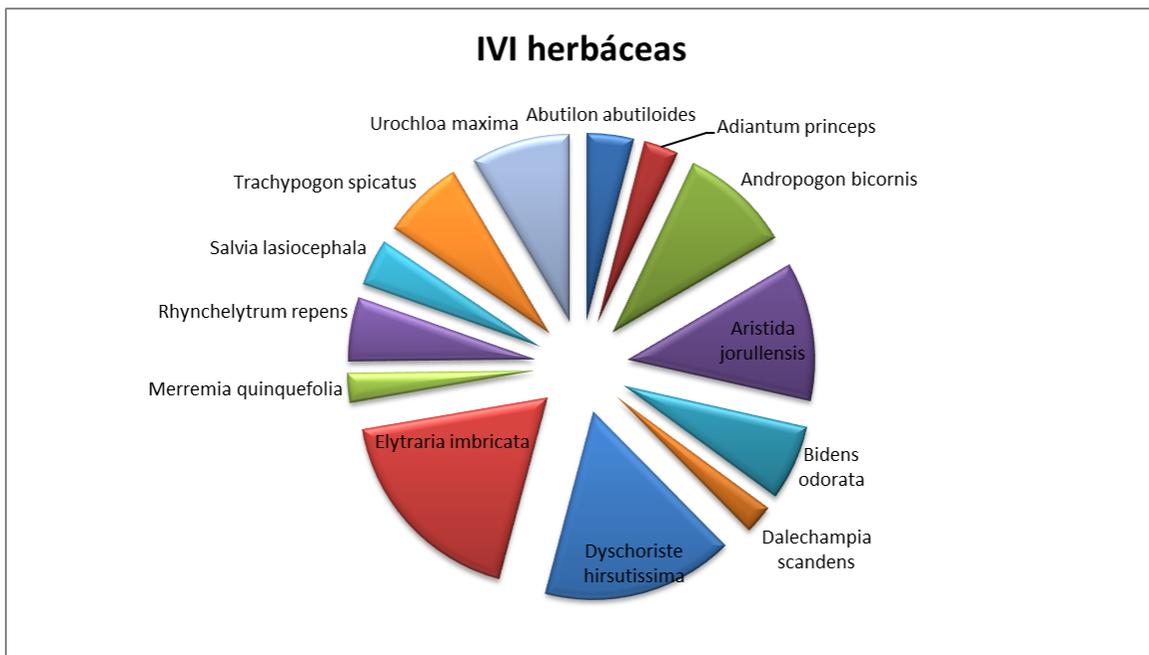
#### Parámetros bióticos del estrato herbáceo

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de 13 especies del estrato herbáceo de la vegetación en análisis, siendo *Elytraria imbricata*, *Dyschoriste hirsutissima*, *Aristida jorullensis* y *Andropogon bicornis*, las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el 56.22 % (Ver Tabla V-32, Gráfica V-10).

Tabla V-32 Parámetros bióticos del estrato herbáceo

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>Abutilon abutiloides</i>	6	4.44	3.13	4.44	12.01	4.0046
<i>Adiantum princeps</i>	4	2.96	3.13	2.96	9.05	3.017
<i>Andropogon bicornis</i>	13	9.63	9.38	9.63	28.63	9.5448
<i>Aristida jorullensis</i>	20	14.81	6.25	14.81	35.88	11.96
<i>Bidens</i>	9	6.67	6.25	6.67	19.58	6.5278

Especie	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	IVI 300	IVI 100
<i>odorata</i>						
<i>Dalechampia scandens</i>	3	2.22	3.13	2.22	7.57	2.5231
<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	23	17.04	15.63	17.04	49.70	16.566
<i>Elytraria imbricata</i>	22	16.30	21.88	16.30	54.47	18.156
<i>Merremia quinquefolia</i>	3	2.22	3.13	2.22	7.57	2.5231
<i>Rhynchelytrum repens</i>	7	5.19	6.25	5.19	16.62	5.5401
<i>Salvia lasiocephala</i>	4	2.96	6.25	2.96	12.18	4.0586
<i>Trachypogon spicatus</i>	10	7.41	6.25	7.41	21.06	7.0216
<i>Urochloa maxima</i>	11	8.15	9.38	8.15	25.67	8.5571
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>



**Gráfica V-10 Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo evaluado.**

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo se observa que, los valores más altos los tiene cuatro especies (*Elytraria imbricata*, *Dyschoriste hirsutissima*, *Andropogon bicornis* y *Aristida jorullensis*) (Ver Tabla V-33). En este estrato de acuerdo con los valores generales para cada especie se aprecia que la distribución de las especies de este estrato tienda a la uniformidad considerando el total de las especies registradas.

### Índice de diversidad

**Tabla V-33 Índice de Diversidad de especies herbáceo.**

Herbáceas

No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Abutilon abutiloides</i>	6	0.04444	-3.11352	-0.13838
2	<i>Adiantum princeps</i>	4	0.02963	-3.51898	-0.10427
3	<i>Andropogon bicornis</i>	13	0.09630	-2.34033	-0.22536
4	<i>Aristida jorullensis</i>	20	0.14815	-1.90954	-0.28290
5	<i>Bidens odorata</i>	9	0.06667	-2.70805	-0.18054
6	<i>Dalechampia scandens</i>	3	0.02222	-3.80666	-0.08459
7	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	23	0.17037	-1.76978	-0.30152
8	<i>Elytraria imbricata</i>	22	0.16296	-1.81423	-0.29565
9	<i>Merremia quinquefolia</i>	3	0.02222	-3.80666	-0.08459
10	<i>Rhynchelytrum repens</i>	7	0.05185	-2.95936	-0.15345
11	<i>Salvia lasiocephala</i>	4	0.02963	-3.51898	-0.10427
12	<i>Trachypogon spicatus</i>	10	0.07407	-2.60269	-0.19279
13	<i>Urochloa maxima</i>	11	0.08148	-2.50738	-0.20430
	TOTAL	135			- 2.352608374
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	13			
	Resultado: H' =	2.3526084			
	Resultado: J' =	0.9172144			

El estrato herbáceo de la vegetación del área de proyecto, posee una riqueza específica de 13 especies, La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de 2.408

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad vegetal, aunque existen 4 especies que representan los valores más altos, la distribución tiende a la igualdad.

## V.2 Fauna

En el siguiente apartado se describen los métodos utilizados para realizar los muestreos de los cuatro grupos de vertebrados terrestres (aves, mamíferos, reptiles y aves), se debe señalar que con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna del área, sin embargo, se tiene información para establecer las características faunísticas.

El trabajo consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales.



## Materiales y métodos

El trabajo se dividió en tres partes:

Revisión de literatura y de estudios previos en el sitio del proyecto y sus alrededores

Trabajo de campo en el área del proyecto

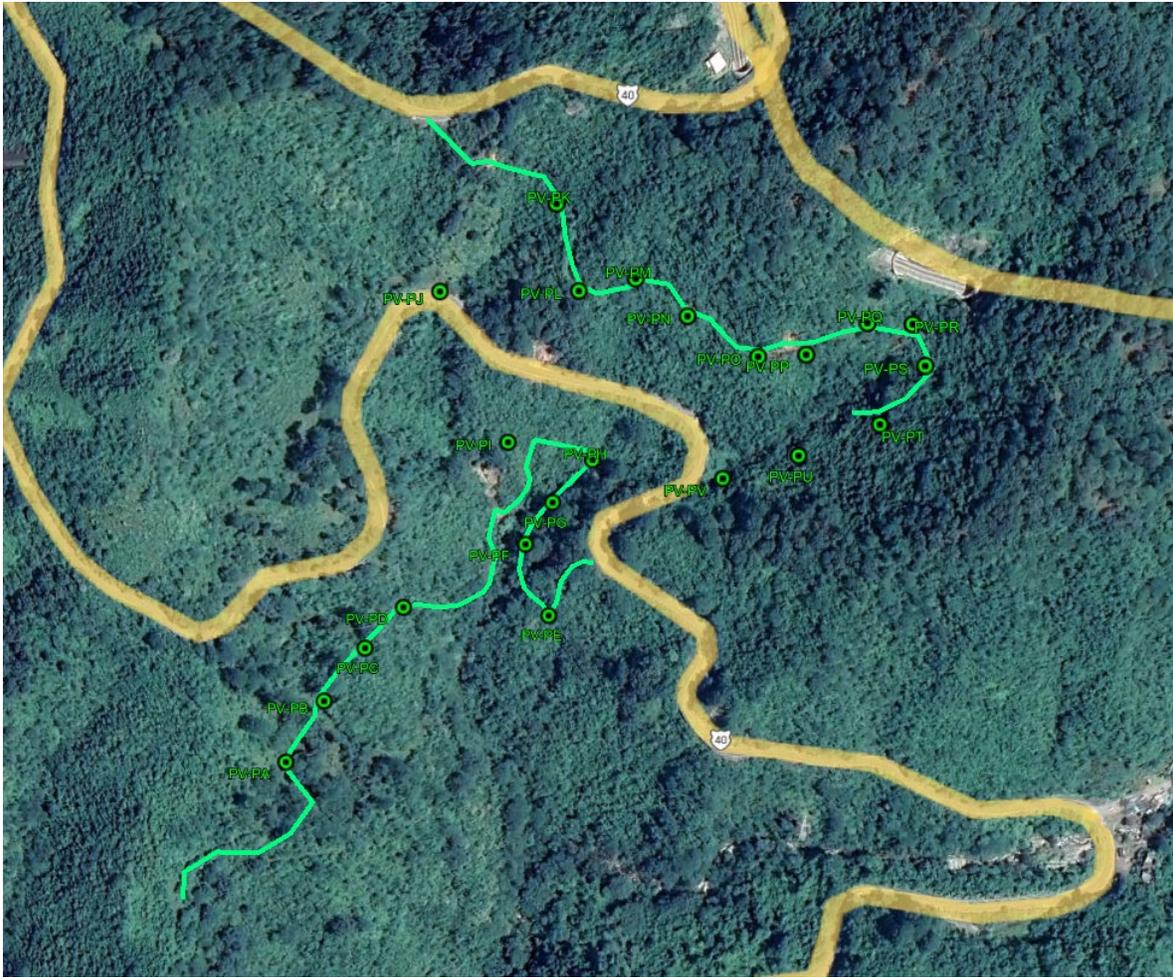
Trabajo de campo en el mismo tipo de vegetación que se encontró en área del proyecto, pero ubicados en área de estudio (Subcuenca).

Los muestreos de fauna se realizaron en una salida a campo dentro de los periodos de 25 al 26 de enero del 2022.

La metodología aplicada para cada grupo zoológico se describe a continuación.

**Tabla V-34 Coordenadas de los transectos realizado para el Área del Proyecto**

FI D	Transectos			
	Inicio		Fin	
	X	Y	X	Y
1	414027.863	2593242.98	413913.845	2593302.09
2	413913.845	2593302.09	413676.031	2593440.73
3	413841.378	2593109.18	413753.221	2593121.56
4	413753.221	2593121.56	413526.385	2592796.4



**Figura V-7 Transectos realizado dentro del Área del Proyecto**

Los muestreos (Ver Figura V-7 y Figura V-8) para generar los registros de anfibios y reptiles se realizaron mediante 4 transectos en banda con una longitud de 300 m por 10 m de ancho, cubriendo una superficie de 1.2 ha en total (Sutherland, 2004) estas caminatas estuvieron compuestas por dos especialistas equipados con ganchos herpetológicos y pinzas tongs para la captura y manejo de estos vertebrados, se realizaron búsquedas intensivas en los distintos espacios en los que fuese probable encontrarlos, como: sobre árboles, bajo rocas, troncos, arbustos, suelo, etc.

La determinación de las especies se realizó utilizando las claves de Smith y Taylor (1948). Para el arreglo sistemático y para los nombres válidos Wilson, et al, 2013a y Wilson, et al, 2013b.



**Figura V-8 Muestreo Reptiles**

#### Avifauna

Debido al tipo de ecosistema en el sitio del proyecto se utilizó el método de transecto en banda para el registro de la avifauna, ya que al ser un ambiente con amplios espacios abiertos este método es el que mejor se ajusta a las características físicas del sitio y se disminuye la probabilidad del doble conteo de individuos lo que podría sobreestimar la avifauna del sitio (Bibby et al 2000, Bird Census Techniques).

Se realizaron 4 transectos con una longitud de 200 m y una anchura de 50 m a cada lado, abarcando así una superficie de 4 ha m para todo el muestreo. Dentro de esta superficie se registró a las aves que se observaron y escucharon.

Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2004): E para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), CE para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 km<sup>2</sup>), y SE para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinó con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

#### Mamíferos

Para el muestreo se elaboró un plan de trabajo con las siguientes técnicas que a continuación se describen.

El muestreo de murciélagos se realizó utilizando dos redes de niebla, de 12 m de largo por 2.7 m de altura.



La operación de las redes fue de cuatro horas consecutivas por la noche. Éstas fueron colocadas cerca de cuerpos de agua, en zonas de fuentes de alimento y en lugares de posible tránsito de murciélagos.

Para el muestreo de ratones se utilizaron 5 trampas Sherman colocadas en transectos los cuales constaron de 100 a 150 m. Éstas se colocaron al atardecer en lugares de posibles refugios para roedores (troncos, piedras, raíces, hoyos, etc.). Cada trampa se colocó con una distancia aproximada de entre 10 y 15 m entre cada una. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y esencia de vainilla, y se revisaron al día siguiente después del amanecer.

Por otro lado, se realizaron caminatas diurnas en el área del proyecto con el fin de encontrar rastros de mamíferos (excretas, huellas, madrigueras y/o esqueletos).

Las especies capturadas fueron identificadas, fotografiadas y liberadas después de su registro. Los listados se elaboraron conforme a la nomenclatura de Ramírez-Pulido et al. (2005). Para la identificación de las especies se utilizó el libro “Los Mamíferos Silvestres de México” de Ceballos y Oliva (2005) y la “Guía de Identificación de Los Murciélagos de México” de Medellín, Arita y Sánchez (2007).

Ecuaciones y modelos utilizados para la descripción de la fauna dentro del área del proyecto.

**Tabla V-35 Ecuaciones y modelos**

Abundancia y Abundancia relativa	
<p>Abundancia: Número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).</p> <p>Abundancia relativa: Porcentaje de individuos de cada especie en relación al total que conforman la comunidad o subcomunidad.</p>	<p>Fórmula:</p> $Ab.rel = \frac{n_i}{N} (100)$ <p>ni= número de individuos de la i esima especie</p> <p>N= Número de individuos de todas las especies</p>
Frecuencia y Frecuencia relativa	
<p>Frecuencia: Número de veces que aparece una especie en el total de los sitios de muestreo.</p> <p>Frecuencia relativa: Relación porcentual entre la frecuencia y la suma de todas las frecuencias de todas las especies.</p>	<p>Fórmula:</p> $f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$ <p>ni= Número de sitios de muestreo</p>
Ocurrencia y Ocurrencia relativa	
<p>Ocurrencia: Número de sitios de muestre donde aparece una especie dada.</p> <p>Ocurrencia relativa (%) se interpreta como la proporción de los sitios de muestreo en la que se registró una especie dada.</p>	<p>Fórmula:</p> $\% de\ ocurrencia = \frac{f_i}{Z} (100)$ <p>fi= número de sitios de muestreo donde se registró la i-esima especie</p>

	Z= número de sitios de muestreo
Índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949).	
<p>La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo, el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').</p> <p>El índice H' contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). En este sentido, el índice nos indica la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con los valores más altos de diversidad son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los de menor diversidad son las zonas desérticas.</p>	<p>Fórmula:</p> $H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$ <p>S = número de especies (riqueza de especies).</p> <p>Pi= abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).</p> <p>Ln= logaritmo natural</p>
Índice de equidad de Pielou (Pielou, 1975; Moreno, 2001).	
<p>Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.</p>	<p>Fórmula:</p> $J = \frac{H}{H_{max}}$ <p>H= diversidad</p> <p>H<sub>max</sub>= diversidad máxima</p> <p>H<sub>max</sub> = ln(S)</p> <p>Ln= logaritmo natural</p> <p>S = número de especies</p>
Índice de Dominancia de Simpson	
<p>Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor dominancia de una especie; y</p>	$\lambda = \sum p_i^2$ <p>Donde:</p> <p>λ es el índice de dominancia</p> <p>pi es la abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie</p>

cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat.	
Índice de Valor de Importancia (I.V.I)	
Formulado por Curtis & McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque y el valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.	
Especies prioritarias	
Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y especies endémicas.	

## Resultados

### Curva de Acumulación de Especies, Riqueza, Abundancia y Diversidad de Anfibios y reptiles

#### Curva de acumulación

Para evaluar la representatividad de la muestra, se utilizó la curva de acumulación de especies observadas y la curva propuesta por el modelo estadístico Chao1 y Chao 2, estas se generaron con el software EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2013) con el cual se aleatorizaron 1000 veces los datos para cada grupo. El modelo de Bootstrap comprende una variedad de técnicas que implementan procesos de simulación por medio del programa antes mencionado para estimar probabilidades empíricas a partir de datos propios. Esta es una estrategia general para resolver problemas de probabilidad y estadística aplicada.

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma de cómo las especies van apareciendo por unidad de muestreo.

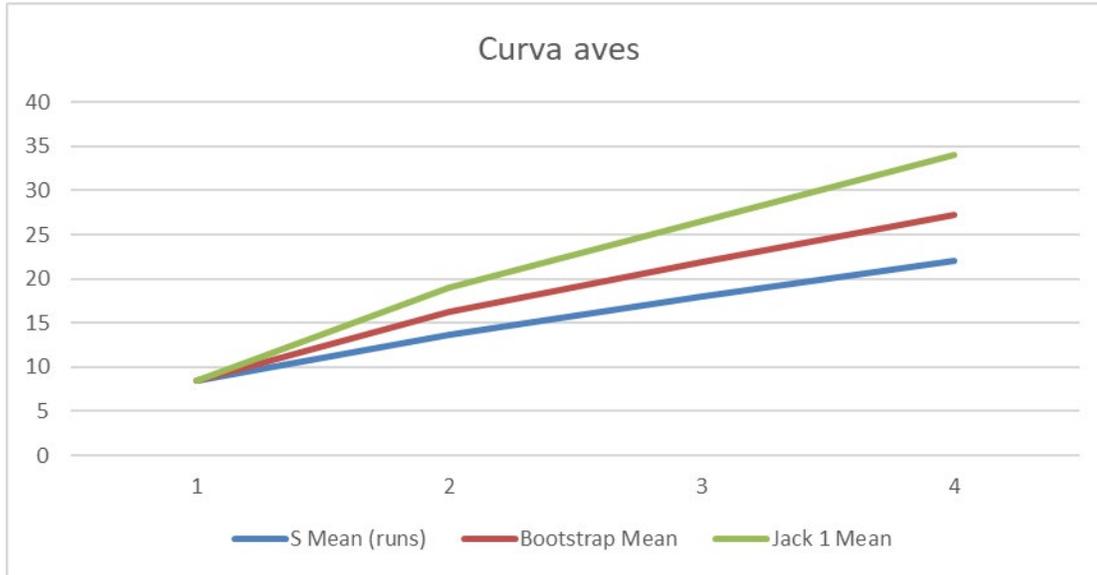
A modo de comparativa se aplicó el modelo de Jack 1 y Bootstrap, el cual, mediante una aleatorización realiza una comparación del resultado obtenido con las muestras y aquel generado con el modelo, y como resultado arroja un valor que aporta una idea estadística para evaluar la representatividad del tamaño de muestra. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies (Villareal et al, 2006).

#### Anfibios y Reptiles

Derivado de los 4 transectos en banda realizados en Área de Proyecto, no fue posible el registro de algún individuo dentro de este grupo, por lo que resulta imposible realizar los análisis correspondientes.

#### Aves

El método de muestreo elegido resultó en el registro de 76 individuos de 22 especies. La curva de acumulación de especies muestra que la curva muestra una ligera tendencia de acercamiento a la asíntota estimada por los distintos modelos. Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existen 34 especies (Jack 1) y 27.2 especies (Bootstrap). Así, el número de especies registrado representa entre el 64.7 % y el 80 % de las especies que podrían encontrarse, según los modelos referidos (Ver Gráfica V-11).

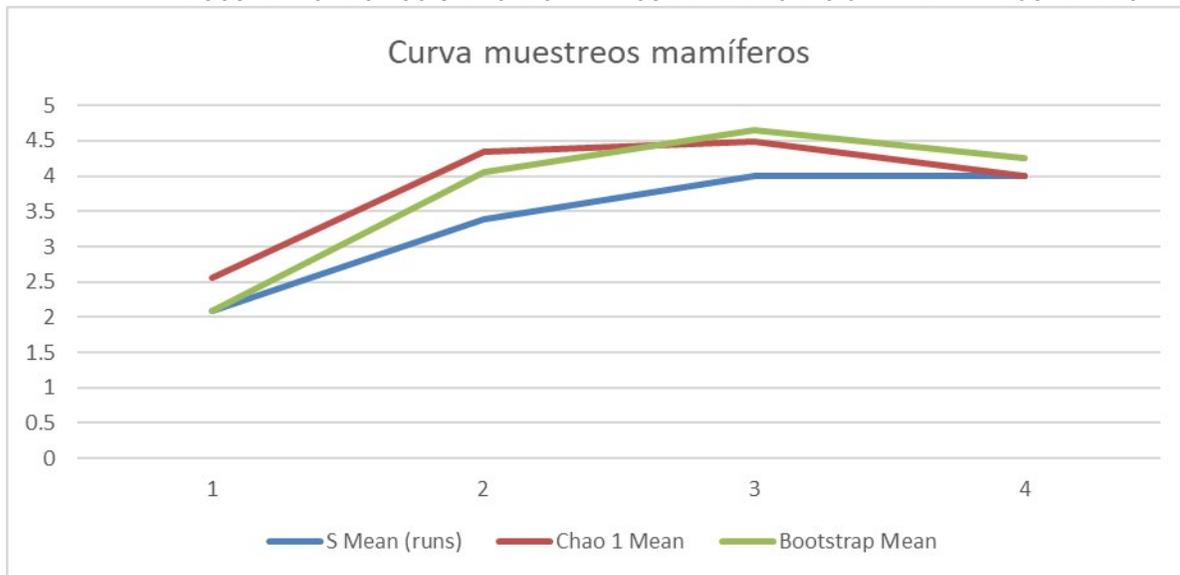


Gráfica V-11 Curva de acumulación de especies del grupo de aves en el área de CUSTF

### Mamíferos

Como resultado de los 4 transectos en banda y las distintas técnicas de muestreo utilizadas para este grupo realizados en Área de Proyecto, se registraron 4 especies de mamíferos.

Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existen 4 especies (Chao 1) y 4.25 especies (Bootstrap). Así, el número de especies registrado representa 100% de las especies que podrían encontrarse, según los modelos referidos (Ver Gráfica V-12).



Gráfica V-12 Curva de acumulación de especies de la mastofauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

## Resultados.

### Anfibios y Reptiles

Como se señaló anteriormente, dentro de los trabajos de campo realizados, los cuales consistieron en la aplicación de 4 transectos de 300 metros lineales por 10 metros de ancho, no fue posible el registro de algún individuo dentro de este grupo, para el área de proyecto..

### Avifauna

Se registraron 76 individuos de 21 especies de aves. La especie con mayor abundancia es *Passer domesticus* con 29 individuos registrados y una densidad de .50 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto 127.8 Dentro de los sitios de muestreo la especie con la mayor frecuencia es *Quiscalus mexicanus* encontrada en los 4 sitios de muestreo, el valor de dominancia (índice de dominancia de Simpson) es de 0.18 lo cual nos indica que dentro de la comunidad de aves es homogénea en su estructura.

Para la comunidad de avifauna se estimó un índice de diversidad (Shannon y Weaver, 1949) de  $H' = 2.34$ , y un índice de equidad (Pielou, 1975; Moreno, 2001) de  $J' = 0.76$ . De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.



Se registraron 3 especies dentro de alguna categoría de endemismo; 1 endémica, 1 semiendémica y 1 cuasiendémica. No se registraron especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Todas las especies registradas tienen por lo menos una población residente, así mismo, 3 especies tiene además una población migratoria de invierno y 2 especies tienen una población migratoria de verano. Las especies registradas son en su totalidad de ambiente terrestre.

**Tabla V-36 Registros cualitativos de las especies de aves registradas. Se muestra su endemismo, categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, residencia y tipo de ambiente. E= Endémica, SE= Semiendémica, CE= Cuasiendémica, R= Residente, MI= Migratoria de invierno, MV= Migratoria de verano, T\*=Terrestre**

ESPECIE	NOMBRE COMUN	END EMIS MO	NOM-059	RESIDENCIA
<i>Buteo jamaicensis</i>	aguililla cola roja			R
<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canelo			R
<i>Nyctidromus albicollis</i>	chotacabras pauraque			R
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote común			R
<i>Columbina inca</i>	tórtola cola larga			R
<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma arroyera			R
<i>Streptopelia decaocto</i>	paloma de collar turca			R
<i>Calocitta formosa</i>	urraca copetona	CE		R
<i>Passerina caerulea</i>	picogordo azul			R, MI, MV
<i>Corvus corax</i>	cuervo común			R
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	golondrina alas aserradas			R, MI
<i>Molothrus aeneus</i>	tordo ojos rojos			R, MV
<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor			R
<i>Sturnella magna</i>	pradero tortillaconchile			R
<i>Peucaea ruficauda</i>	zacatonero corona rayada			R
<i>Melospiza fusca</i>	rascador viejita			R
<i>Passer domesticus</i>	gorrión casero			R
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador			R
<i>Turdus rufopalliatus</i>	mirlo dorso canela	E		R
<i>Attila spadiceus</i>	Atila			R
<i>Tyrannus vociferans</i>	tirano chibiú	SE		R, MI
<i>Melanerpes formicivorus</i>	carpintero bellotero			R

**Tabla V-37 Registros cuantitativos. Se presentan los datos de registro por transecto y sus indicadores ecológicos por especie. Pi=abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie, IVI= índice de valor de importancia.**

ESPECIE	Abundancia	A. Relativa	Frecuencia	F Relativa	Densidad	D. Relativa	Pi	Dominancia	D. Relativa	IVI
<i>Buteo jamaicensis</i>	2	2.6	1	3.03	0.50	2.6	0.026	0.0007	0.38	6.0
<i>Amazilia rutila</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Coragyps atratus</i>	5	6.6	3	9.09	1.25	6.6	0.066	0.0043	2.39	18.1
<i>Columbina inca</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Leptotila verreauxi</i>	2	2.6	2	6.06	0.50	2.6	0.026	0.0007	0.38	9.1
<i>Streptopelia decaocto</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Calocitta formosa</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Passerina caerulea</i>	2	2.6	1	3.03	0.50	2.6	0.026	0.0007	0.38	6.0
<i>Corvus corax</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	7	9.2	3	9.09	1.75	9.2	0.092	0.0085	4.69	23.0
<i>Molothrus aeneus</i>	4	5.3	1	3.03	1.00	5.3	0.053	0.0028	1.53	9.8
<i>Quiscalus mexicanus</i>	9	11.8	4	12.12	2.25	11.8	0.118	0.0140	7.76	31.7
<i>Sturnella magna</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Peucaea ruficauda</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
<i>Melospiza fusca</i>	2	2.6	1	3.03	0.50	2.6	0.026	0.0007	0.38	6.0
<i>Passer domesticus</i>	29	38.2	3	9.09	7.25	38.2	0.382	0.1456	80.56	127.8
<i>Volatinia jacarina</i>	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4

ESPECIE	Abundancia	A. Relativa	Frecuencia	F Relativa	Densidad	D. Relativa	Pi	Dominancia	D. Relativa	IVI
Turdus rufopalliatu	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
Attila spadiceus	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
Tyrannus vociferans	1	1.3	1	3.03	0.25	1.3	0.013	0.0002	0.10	4.4
Melanerpes formicivorus	2	2.6	2	6.06	0.50	2.6	0.026	0.0007	0.38	9.1
	76	100	33	100	19	100	1	0.1807	100	300

Tabla V-38 Índices de diversidad para el grupo de aves.

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	Buteo jamaicensis	2	0.026315789	-3.638	-0.096
2	Amazilia rutila	1	0.013157895	-4.331	-0.057
3	Nyctidromus albicollis	1	0.013157895	-4.331	-0.057
4	Coragyps atratus	5	0.065789474	-2.721	-0.179
5	Columbina inca	1	0.013157895	-4.331	-0.057
6	Leptotila verreauxi	2	0.026315789	-3.638	-0.096
7	Streptopelia decaocto	1	0.013157895	-4.331	-0.057
8	Calocitta formosa	1	0.013157895	-4.331	-0.057
9	Passerina caerulea	2	0.026315789	-3.638	-0.096
10	Corvus corax	1	0.013157895	-4.331	-0.057
11	Stelgidopteryx serripennis	7	0.092105263	-2.385	-0.220
12	Molothrus aeneus	4	0.052631579	-2.944	-0.155
13	Quiscalus mexicanus	9	0.11842105	-	-0.253

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
			3	2.134	
14	<i>Sturnella magna</i>	1	0.01315789 5	- 4.331	-0.057
15	<i>Peucaea ruficauda</i>	1	0.01315789 5	- 4.331	-0.057
16	<i>Melospiza fusca</i>	2	0.02631578 9	- 3.638	-0.096
17	<i>Passer domesticus</i>	29	0.38157894 7	- 0.963	-0.368
18	<i>Volatinia jacarina</i>	1	0.01315789 5	- 4.331	-0.057
19	<i>Turdus rufopalliatu</i>	1	0.01315789 5	- 4.331	-0.057
20	<i>Attila spadiceus</i>	1	0.01315789 5	- 4.331	-0.057
21	<i>Tyrannus vociferans</i>	1	0.01315789 5	- 4.331	-0.057
22	<i>Melanerpes formicivorus</i>	2	0.02631578 9	- 3.638	-0.096
	TOTAL	76			-2.336
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	22			
	Resultado: H' =	2.34			
	Resultado: J' =	0.76			

## MAMÍFEROS

En el trabajo de campo se registraron 8 individuos de 4 especies de mamíferos perteneciente a 4 órdenes, 4 familias y 4 géneros. De éstas ninguna se encuentra bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o se considera endémica para México (Ver Tabla V-39).

Tabla V-39 Registro de Mamíferos en el área de CUSTF

ESPECIE	NOMBRE COMUN	END EMIS MO	NOM-059
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris		
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	conejo mexicano de monte		
<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache norteño		
<i>Otospermophilus variegatus</i>	ardillón de roca		

La especie con mayor abundancia es *Urocyon cinereoargenteus* con 4 individuos registrados y una densidad de 3.33 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto 150. Dentro de los sitios de muestreo todas las especies presentaron la misma frecuencia de aparición en los muestreos, registrándose cada una en 2 de los sitios de muestreos, el valor de dominancia (índice de dominancia de Simpson) es de 0.37 lo cual nos indica que dentro de la comunidad de mastofauna es homogénea en su estructura.

**Tabla V-40 Registros cuantitativos. Se presentan los datos de registro por transecto y sus indicadores ecológicos por especie de mastofauna. Pi=abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie, IVI= índice de valor de importancia.**

NOMBRE COMUN	Abundancia	A. Relativa	Frecuencia	F Relativa	Densidad	D. Relativa	Pi	Dominancia	D. Relativa	IVI
zorra gris	4	50	2	33.33333333	3.333333	50	0.5	0.25	66.66666667	150
conejo mexicano de monte	2	25	2	33.33333333	1.666667	25	0.25	0.0625	16.66666667	75
tlacuache norteño	2	25	2	33.33333333	1.666667	25	0.25	0.0625	16.66666667	75
ardillón de roca	2	25	2	33.33333333	1.666667	25	0.25	0.0625	16.66666667	75
	8	100	6	100	6.666667	100	1	0.375	100	300

Para la comunidad de mastofauna se estimó un índice de diversidad (Shannon y Weaver, 1949) de  $H' = 1.33$ , y un índice de equidad (Pielou, 1975; Moreno, 2001) de  $J' = 0.96$ . De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Ver Tabla V-41).

**Tabla V-41 Índices de diversidad para el grupo de mamíferos**

No.	Especie	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	0.4	-0.916	-0.367
2	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	2	0.2	-1.609	-0.322
3	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.2	-1.609	-0.322
4	<i>Otospermophilus variegatus</i>	2	0.2	-1.609	-0.322
	TOTAL	10			-1.332
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	4			
	Resultado: H' =	1.33			
	Resultado: J' =	0.96			

#### CONCLUSIÓN.

Derivado de las condiciones ambientales que imperan en el Área de Estudio en general fue posible observar en campo una baja diversidad de especies de fauna, lo cual se asocia comúnmente con los ecosistemas de bosques templados.

Para el grupo de herpetozoos (anfibios y reptiles) no fue posible la observación de algún individuo dentro del área de proyecto, no obstante, no significa que dentro del sitio no existan los individuos, si no que durante los recorridos estos permanecieron en sus refugios y por ende no se observaron, por lo que será de vital importancia la aplicación de un programa de rescate de fauna para evitar afectaciones a las poblaciones de estos grupos.

Por otro lado es importante observar que para la muestreos realizados en la microcuenca establecida, fue posible el registro, de 4 especies lo que nos habla de que en la zona la diversidad de estos organismos es muy baja.

Si bien los índices de dominancia de Simpson (D) y el índice de equidad de Pielou (J') señalan una homogeneidad de especies en la comunidad representada por 22 especies de aves en este estudio, se detectó que las especies *Passer domesticus* y *Quiscalus mexicanus* fueron las más abundantes, teniendo en conjunto casi la mitad proporcional de los individuos registrados (47.5%), dichas especies son indicadoras de disturbio y están altamente ligadas a espacios asociados a los asentamientos humanos. Este resultado junto al hecho de que no se registraron especies dentro de alguna categoría de riesgo propuesta por la NOM-059-SEMARNAT-



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. 2010, señala que el sitio del proyecto ha sido objeto de presión antrópica, por tal motivo, la ejecución del proyecto no pone en riesgo a la comunidad de aves en el sitio.

En lo que respecta al grupo de mamíferos, a pesar de las distintas técnicas de muestreo aplicadas, la diversidad de especies fue sumamente baja, obteniendo un índice de diversidad de  $H' = 1.33$  y  $J' = 0.96$  lo que nos señala una comunidad sumamente homogénea, con lo anterior podemos inferir que la zona de estudio carece de la conservación necesaria para albergar a este grupo de animales, los cuales requieren en algunos casos de altos niveles de conservación en los ecosistemas.

## VI. 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

El desarrollo de proyectos en la actividad cotidiana del ser humano ha generado la degradación de recursos naturales, debido al uso poco compatible que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado. Lo cual ha ocasionado la destrucción, desgaste y en diversos casos hasta el desperdicio de dichos recursos. Por ello, es apremiante la necesidad de generar principios que orienten el desarrollo tecnológico y la vida productiva en equilibrio con la naturaleza, aprovechando selvas, matorrales y bosques sin destruirlos.

En este sentido, radica la importancia de una evaluación ambiental, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas. El Documento Técnico Unificado (DTU) es un instrumento que orienta bajo criterios técnicos las actividades tendientes al desmonte, así como también las labores y avances de las mismas.

Con el objeto de cumplir lo que establece el artículo 93, párrafo primero, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuyo cumplimiento depende la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales solicitada, se orientó el estudio y documentación que se presenta en el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal, considerando lo siguiente:

El artículo 93, párrafo primero, de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable establece:

**“ARTÍCULO 93.** *La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, 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 forestal.*



*En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.*

*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.”*

De la lectura de la disposición citada se entiende que solamente está permitido autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, cuando se demuestre a través del estudio para cambio de uso de suelo forestal, que se actualizan los supuestos siguientes:

No compromete la biodiversidad

#### **VI.1.1 Flora**

Partiendo de que **la totalidad de las especies registradas dentro del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) o área de proyecto fue igualmente localizada en el Área de estudio (AE) e incluso la última resultó más diversa**, el siguiente análisis se presenta para evidenciar que la implementación del proyecto no compromete la diversidad vegetal y a sí mismo la pérdida de biodiversidad en la región. En tal análisis se demostrará a partir de la comparativa entre los resultados obtenidos del apartado vegetación del Capítulo IV y V.

El objetivo fue comparar tanto la estructura de la Selva baja caducifolia localizada en el área de CUSTF, así como la del Área de estudio o Sistema ambiental, a fin de corroborar el estado ambiental que guardan dichas comunidades, para así tomar las providencias necesarias para la aplicación de medidas de conservación o mitigación.

El análisis comparativo antes referido se realizó individualmente por tipo de vegetación y estrato (árboles, arbustos y hierbas). Con base en los datos obtenidos de los muestreos se calcularon y analizaron las siguientes variables:

- Riqueza (S)
- Abundancia (A)

Mediante el programa estadístico EstimateS 9.1, se corrieron y obtuvieron los siguientes modelos:

- Índice de diversidad de ShannonWeiner (H)
- Índice de diversidad de Simpson (D)
- Uniformidad (E)
- Curva de acumulación de especies
- Índice da valor de importancia (IVI)

Para la comparativa de del tipo de vegetación de las superficies en análisis Sistema ambiental y Área de CUSTF se analizaron 8 muestreos para el estrato arbóreo (4 para cada superficie) y 32 para la formas de vida arbustiva y herbácea (16 en Sistema ambiental y 16 en Área de proyecto).

En los siguientes párrafos y tablas se presenta la semejanza o discrepancia entre las dos superficies confrontadas. Por principio se presentan los resultados correspondientes a índices de diversidad, además se presenta una conclusión correspondiente a la atención del artículo 93, mediante la que se argumenta por qué no se pone en riesgo la diversidad vegetal presente en el área de cambio de uso de suelo en los terrenos forestales y por tanto la biodiversidad de la región.

### VI.1.2 Índices de diversidad

#### ***Estrato arbóreo***

La Tabla VI-1 resume los resultados de lo registrado tanto en el área del Sistema ambiental como en el área de CUSTF, en la misma se aprecia que esta última superficie presenta ligeramente un mayor número especies y un número similar de individuos registrados, sin embargo, la distribución de los mismos como lo expresan los índices de Simpson, Shannon y Equitatividad se presenta con una clara desigualdad. Es importante mencionar que tanto en el Sistema ambiental como en el área de CUSTF se presentan actividades antrópicas lo que afecta el ciclo de la comunidad vegetal, particularmente en el área del CUSTF.

Tabla VI-1 Comparativa AE-AP CUSTF estrato arbóreo.

Sistema ambiental			Área de CUSTF	
Especies registradas	14		Especies registradas	12
Abundancia	158		Abundancia	158
Dominancia	0.1331		Dominancia	0.2102
índice de Simpson	0.8669		índice de Simpson	0.7898
índice de Shannon	2.254		índice de Shannon	1.934
Equitatividad	0.8541		Equitatividad	0.7783

#### ***Estrato arbustivo***

Con base en lo mostrado en la Tabla VI-2 se desprende que, el Sistema ambiental cuenta con más especies y una mayor abundancia respecto a la superficie del área de CUSTF. Todas las especies registradas en el área de CUSTF fueron localizadas en el Sistema ambiental, donde además, esta última, registro especies que no se encontraron al menos con los muestreos realizados en el CUSTF, estos datos se reflejan en el Índice de Shannon el cual muestra la diferencia entre estas superficies.

Tabla VI-2 Comparativa AE-AP CUSTF estrato arbustivo.

Sistema ambiental			Área de CUSTF	
Especies registradas	20		Especies registradas	12
Abundancia	100		Abundancia	64
Dominancia	0.0706		Dominancia	0.1123
índice de Simpson	0.9294		índice de Simpson	0.8433
índice de Shannon	2.794		índice de Shannon	2.645
Equitatividad	0.9328		Equitatividad	0.9314

### **Estrato herbáceo**

En cuanto a los resultados obtenidos para el estrato herbáceo, manifestados en la Tabla VI-3 se concluye que la superficie muestreada del Sistema ambiental exhibe valores más significativos que los obtenidos en el área de CUSTF. Evidentemente este estrato que junto con el estrato arbustivo es el más diverso de los tres en estudio. Volviendo a la comparativa de las superficies, el Sistema ambiental registró 20 especies, es decir, 7 más que el área de CUSTF. En cuanto a la abundancia, el Sistema ambiental presentó mayor cantidad de individuos y consecuentemente presentó los valores más altos de índice de Shannon y equitatividad que el área de CUSTF.

Tabla VI-3 Comparativa AE-AP CUSTF estrato herbáceo.

Sistema ambiental			Área de CUSTF	
Especies registradas	20		Especies registradas	13
Abundancia	188		Abundancia	135
Dominancia	0.09286		Dominancia	0.1108
índice de Simpson	0.9071		índice de Simpson	0.8892
índice de Shannon	2.655		índice de Shannon	2.353
Equitatividad	0.8863		Equitatividad	0.9172

### **VI.1.3 Comparativa por número de individuos registrados por unidad de análisis**

#### **Estrato arbóreo**

Destaca el hecho de que, para el estrato arbóreo a nivel de Sistema ambiental se registraron todas las especies registradas en el área de CUSTF donde además, fue posible el registro de *Cecropia obtusifolia* y *Quercus castanea*. Las especies *Acacia pennatula*, *Bursera simaruba*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Inga eriocarpa*, *Ipomoea murucoides* y *Lippia umbellata* presentaron al menos un individuo mayor en la superficie del área de CUSTF respecto a las registradas en el Sistema ambiental (Ver Tabla VI-4)

Tabla VI-4 Comparativa IVI's Sistema ambiental-AP CUSTF del estrato arbóreo

Sistema ambiental		Área de CUSTF	
Especie	Abundancia	Especie	Abundancia
<i>Acacia pennatula</i>	29	<i>Acacia pennatula</i>	61
<i>Annona longiflora</i>	5	<i>Annona longiflora</i>	2
<i>Bunchosia lanceolata</i>	3	<i>Bunchosia lanceolata</i>	2
<i>Bursera simaruba</i>	1	<i>Bursera simaruba</i>	3
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	No se registró en esta superficie	
<i>Conostegia xalapensis</i>	36	<i>Conostegia xalapensis</i>	5
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	6	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	13
<i>Hintonia latiflora</i>	11	<i>Hintonia latiflora</i>	6
<i>Inga eriocarpa</i>	5	<i>Inga eriocarpa</i>	6
<i>Ipomoea murucoides</i>	12	<i>Ipomoea murucoides</i>	27
<i>Lippia umbellata</i>	6	<i>Lippia umbellata</i>	21
<i>Pinus oocarpa</i>	25	<i>Pinus oocarpa</i>	5
<i>Quercus acutifolia</i>	9	No se registró en esta superficie	
<i>Quercus castanea</i>	9	<i>Quercus castanea</i>	7

### Estrato arbustivo

En el caso del estrato arbustivo, las especies *Acacia farnesiana*, *Acalypha cincta*, *Pisonia capitata* y *Ricinus communis* presentaron al menos un individuo mayor dentro del área de CUSTF. De este grupo de plantas destaca el hecho de que todas estas se localizan creciendo en sitios muy perturbados o favoreciéndose con las afectaciones en el medio donde se localizan (Ver Tabla VI-5).

Tabla VI-5 Comparativa IVI's AE-AP CUSTF del estrato arbustivo

Sistema ambiental		Área de CUSTFE	
Especie	Abundancia	Especie	Abundancia
<i>Acacia farnesiana</i>	3	<i>Acacia farnesiana</i>	13
<i>Acalypha cincta</i>	1	<i>Acalypha cincta</i>	5
<i>Brickellia coulteri</i>	12	<i>Brickellia coulteri</i>	8
<i>Brongniartia glabrata</i>	7	<i>Brongniartia glabrata</i>	6
<i>Cissus microcarpa</i>	11	<i>Cissus microcarpa</i>	6
<i>Citharexylum berlandieri</i>	4	No se registró en esta superficie	
<i>Croton alamosanus</i>	3	No se registró en esta superficie	
<i>Hippocratea celastroides</i>	9	<i>Hippocratea celastroides</i>	3
<i>Iresine celosia</i>	5	<i>Iresine celosia</i>	2
<i>Lantana camara</i>	5	No se registró en esta superficie	
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	3	No se registró en esta superficie	
<i>Lppia alba</i>	3	<i>Lippia alba</i>	3

Sistema ambiental		Área de CUSTFE	
<i>Martynia annua</i>	1	No se registró en esta superficie	
<i>Pisonia capitata</i>	4	<i>Pisonia capitata</i>	7
<i>Randia echinocarpa</i>	1	<i>Randia echinocarpa</i>	1
<i>Ricinus comunnis</i>	6	<i>Ricinus comunnis</i>	7
<i>Solanum ferrugineum</i>	3	No se registró en esta superficie	
<i>Solanum hazenii</i>	6	<i>Solanum hazenii</i>	3
<i>Stemmadenia tomentosa</i>	3	No se registró en esta superficie	
<i>Triumfetta semitriloba</i>	10	No se registró en esta superficie	

### Estrato herbáceo

Con base en la información mostrada en la Tabla VI-6, se aprecia que del total de las especies registradas en la superficie del área de CUSTF, *Abutilon abutiloides*, *Bidens odorata* y *Trachypogon spicatus* presentaron al menos un individuo más respecto a las especies registradas en el Sistema ambiental. El estrato herbáceo se presenta como el más diverso en ambas superficies donde es importante mencionar que en la superficie del Sistema ambiental además de que se registraron todas las especies que se encontraron en el área de CUSTF también se registraron *Byttneria aculeata*, *Desmodium angustifolium*, *Gomphrena decumbens*, *Porophyllum punctatum*, *Porophyllum punctatum*, *Serjania emarginata*, *Solanum rostratum* y *Waltheria americana*.

Tabla VI-6 Comparativa IVI's AE-AP CUSTF del estrato herbáceo

Sistema ambiental		Área de CUSTF	
Especie	Abundancia	Especie	Abundancia
<i>Abutilon abutiloides</i>	3	<i>Abutilon abutiloides</i>	6
<i>Adiantum princeps</i>	6	<i>Adiantum princeps</i>	4
<i>Andropogon bicornis</i>	18	<i>Andropogon bicornis</i>	13
<i>Aristida jorullensis</i>	37	<i>Aristida jorullensis</i>	20
<i>Bidens odorata</i>	6	<i>Bidens odorata</i>	9
<i>Byttneria aculeata</i>	20	No se registró en esta superficie	
<i>Dalechampia scandens</i>	2	<i>Dalechampia scandens</i>	3
<i>Desmodium angustifolium</i>	4	No se registró en esta superficie	
<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	24	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	23
<i>Elytraria imbricata</i>	11	<i>Elytraria imbricata</i>	22
<i>Gomphrena decumbens</i>	3	No se registró en esta superficie	
<i>Merremia quinquefolia</i>	8	<i>Merremia quinquefolia</i>	3
<i>Porophyllum punctatum</i>	2	No se registró en esta superficie	
<i>Rhynchelytrum repens</i>	8	<i>Rhynchelytrum repens</i>	7
<i>Salvia lasiocephala</i>	8	<i>Salvia lasiocephala</i>	4

Sistema ambiental		Área de CUSTF	
Especie	Abundancia	Especie	Abundancia
<i>Serjania emarginata</i>	9	No se registró en esta superficie	
<i>Solanum rostratum</i>	4	No se registró en esta superficie	
<i>Trachypogon spicatus</i>	8	<i>Trachypogon spicatus</i>	10
<i>Urochloa maxima</i>	3	<i>Urochloa maxima</i>	11
<i>Waltheria americana</i>	4	No se registró en esta superficie	

#### VI.1.4 Conclusión

Retomando lo expuesto en los capítulos IV y V, todas las especies registradas en el área de CUSTF se registraron también en el Sistema ambiental e incluso la última resultó ser más diversa, lo cual es un buen indicador de que la diversidad vegetal y por lo tanto la biodiversidad no sufrirá afectación alguna ya que los elementos vegetales sujetos a intervención persisten y se continúan más allá del Sistema ambiental, esto en caso de la realización del proyecto.

Aunque todas las especies registradas en el área de CUSTF se localizaron en el Sistema ambiental, se han diseñado una serie de medidas de mitigación, las cuales se aplicarán para mitigar o compensar cualquier efecto adverso a la vegetación. La ejecución de las medidas de mitigación y compensación propuestas permitirá subsanar la vegetación por la implementación del cambio de uso de suelo por el proyecto. Cabe recalcar que el éxito de estas medidas depende en gran medida de la integración de otros factores como la recuperación de la cubierta vegetal y control de efectos erosivos en sitios alterados.

#### VI.1.5 Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con la revisión de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019)** que establece la “*Protección ambiental de 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*”. Dentro del Área de CUSTF no se registraron especies protegidas.

#### VI.1.6 Factor Fauna

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis microcuencia presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.



El ecosistema por afectar en la unidad de análisis microcuenca presenta diversidad mayor comparada con el del área sujeta a cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme (Ver Tabla VI-7).

Tabla VI-7 Índices de diversidad

INDICADOR	RIQUEZA		ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNONWIENER (H') Ln		ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU(J')	
	MICROCUEENCA	PREDIO	MICROCUEENCA	PREDIO	MICROCUEENCA	PREDIO
Herpetofauna	4	S/D	1.26	S/D	0.91	S/D
Avifauna	34	22	2.87	2.34	0.81	0.76
Mastofauna	2	4	S/D	1.33	S/D	0.96

De acuerdo al análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis (microcuenca) como para el área del proyecto se hacen las siguientes inferencias:

Algunas especies tienen menor valor de importancia en el predio que en la unidad de análisis (microcuenca) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (microcuenca) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (microcuenca).

Se señala que la época de mayor abundancia de herpetofauna es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente, es quizá el motivo de la baja diversidad y abundancias de este grupo, tanto para el Área de Proyecto como para le Microcuenca.

El grupo faunístico que fue el que obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica.

Por otro lado, si bien existen mayores valores para el área del proyecto que para la Microcuenca en el grupo de los mamíferos, es importante observar que los valores de equidad reportados para el área del proyecto es sumamente homogéneo, lo cual señala una tendencia a la degradación en la diversidad de las especies.

Considerando que el proyecto, objeto del presente estudio, se realizará en un área forestal, era de esperarse contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de las unidades de análisis (microcuenca) que las



reportadas en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza específica. Bajo este contexto, el promovente implementará estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en las unidades de análisis en cuestión. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Con la intención de ofrecer una comparativa adecuada entre los resultados de fauna se realizó la comparación de los resultados presentados dentro del Capítulo IV y el Capítulo V. Al cotejar los resultados observados dentro del AP con los que se obtuvieron fuera, de esta manera, tendremos una idea exacta de la situación en que se encontrará la zona con la implementación del proyecto, además de justificar que no se pondrá en riesgo la diversidad.

#### **Sistema ambiental / microcuena**

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo para el Sistema Ambiental se registraron un total de 40 especies faunísticas con un total de 101 individuos registrados y una densidad de 10 ind/ha, siendo el grupo de las aves el que presenta el mayor índice de diversidad. Se registraron 3 especies reportadas con alguna categoría de endemismo y no se registraron especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera particular se registraron:

- 4 especies de reptiles y con un total 8 individuos registrados y una densidad estimada de 2.5 ind/ha, con índice de diversidad de 1.26, un índice de equidad 0.91, no se registraron especies endémicas y ninguna especie dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 34 especies de aves con un total de 91 individuos registrados y una densidad estimada de 9.67 ind/ha, con índice de diversidad de 2.87, un índice de equidad 0.81, se registraron 3 especies dentro de alguna categoría de endemismo y ninguna especie dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 2 especies de mamíferos con un total de 2 individuos. Las abundancias registradas fueron mínimas un rastro para la zorra gris y uno de tlacuache por lo que resulta imposible realizar los análisis de IVI y de diversidad para este grupo.

#### **Predio**

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo se registraron un total de 26 especies faunísticas con un total de 86 individuos registrados y una densidad estimada de 8.59 ind/ha, siendo el grupo de las aves el que presenta el mayor índice de diversidad. Se registraron 3 especies endémicas y ninguna especie dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera particular se registraron:

- No se registraron especies de reptiles.
- 21 especies de aves con un total de 71 individuos registrados y una densidad estimada de .50 individuos por ha, con índice de diversidad de 2.34, un índice de equidad 0.76, Se registraron 3 especies dentro de alguna categoría de endemismo; 1 endémica, 1 semiendémica y 1 cuasiendémica. No se registraron especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 4 especies de mamíferos con un total de 10 individuos registrados y una densidad estimada de 3.33 individuos por ha, con índice de diversidad de 1.33, un índice de equidad 0.96, no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas

A continuación, se presentan las tablas comparativas (Ver Tabla VI-8, Tabla VI-9, Tabla VI-10) de abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia de las especies encontradas en el sistema ambiental y el predio.

**Tabla VI-8 Comparativa de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia Herpetofauna.**

HERPETOFAUNA																	
AP								SA									
Especie	Nombre común	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa	IV	Especie	Nombre común	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa	IV
									<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo	1	12.5	1	16.67	0.83	12.5	34.17
									<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del pacífico	1	12.5	1	16.67	0.83	12.5	34.5
									<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del Noroeste	3	37.5	2	33.3	2.5	37.5	115.83
									<i>Aspidoscelis costatus</i>	Huico pinto del Noreste	3	37.5	2	33.3	2.5	37.5	115.83

**Tabla VI-9 Comparativa de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia Aves.**

AVES	
AP	SA

Nombre científico	Nombre común	A b u n d a n c i a	A b u n d a n c i a R e l a t i v a	F r e c u e n c i a	F r e c u e n c i a R e l a t i v a	D e n s i d a d ( i n R e l a t i v a	D e n s i d a d ( i n R e l a t i v a	IV I	Nombre científico	Nombre común	A b u n d a n c i a	A b u n d a n c i a R e l a t i v a	F r e c u e n c i a	F r e c u e n c i a R e l a t i v a	D e n s i d a d ( i n R e l a t i v a	D e n s i d a d ( i n R e l a t i v a	IV I
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	2	2.6	1	3.0	0.3	2.50	6.0	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca palida	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote cabeza negra	5	6.6	3	9.0	1.9	6.25	18.1	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Columbina inca</i>	Tortola	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote de cabeza roja	2	2.2	2	4.0	0.35	2.67	6.9
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	2	2.6	2	6.0	0.6	2.50	9.1	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote cabeza negra	5	5.5	3	6.0	1.52	5.67	14.4
<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Columbina inca</i>	Tortola	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	2	2.6	1	3.0	0.3	1.50	6.0	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina de alas aserradas	7	9.2	3	9.0	1.9	9.75	23.0	<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo de ojos rojos	4	5.3	1	3.0	0.3	1.3	9.8	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	9	11.8	4	12.0	2.12	11.25	31.7	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión mexicano	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	3	3.3	1	2.0	0.17	3.00	6.3
<i>Melospiza fusca</i>	Rascador viejita	2	2.6	1	3.0	0.3	1.50	6.0	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo de ojos amarillos	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	2	38.9	4	9.0	7.9	38.25	12.7.8	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	2	2.2	1	2.0	0.17	2.67	2.8
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza cafe	2	2.2	2	4.0	0.35	2.67	6.9
<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero atila	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	9	9.9	4	8.0	3.70	9.00	26.4
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano chibiu	1	1.3	1	3.0	0.3	1.25	4.4	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	2	2.6	2	6.0	0.6	2.50	9.1	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	2	2.2	2	4.0	0.35	2.67	6.9
									<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	2	2.2	2	4.0	0.35	2.67	6.9
									<i>Aimophila</i>	Zacatonero	1	1.1	1	2.0	0.17	3.33	1.4





DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II.

	S.A.	PREDIO	S.A.	PREDIO	S.A.	PREDIO	S.A.	PREDIO	S.A.	PREDIO
Herpetofauna	4	0	1.26		0.91		0	0	0	0
Avifauna	91	71	2.87	2.34	0.81	0.76	3	3	0	0
Mastofauna	2	10	0	1.33	0	1.96	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>81</b>					<b>3</b>	<b>3</b>		<b>0</b>

### Conclusión

El área considerada para el cambio de uso de suelo, mantiene una comunidad poco diversa de vertebrados. Dentro del AP se identificó un tipo de vegetación, el cual cuenta con elementos característicos de Selva baja caducifolia, estos tipos de ecosistemas ofrecen alta cantidad de recursos para el desarrollo de la fauna, en la época húmeda, en secas se registran pocas especies en bajas abundancias. Sin embargo, las especies mejor representadas registradas dentro del AP en los distintos grupos, fueron la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el gorrión doméstico (*Passer domesticus*), estas especies por lo general se asocian a áreas perturbadas. El AP se encuentra muy cerca de zonas con un alto impacto por la extracción de materiales, lo que ha obligado a las especies de fauna alejarse de la zona ya que el continuo ruido de máquinas genera estrés en la mayoría de los vertebrados.

Por otro lado, de las especies registradas para el Sistema Ambiental o Microcuenca (Ver Tabla VI-12) no se observan especies bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunado a lo anterior resulta indispensable el realizar un programa de rescate de fauna.

**Tabla VI-12 Registros en el SA ó Microcuenca**

	Registradas	Endémicas	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Reptiles</b>	4	0	0
<b>Anfibios</b>	0	0	0
<b>Aves</b>	34	3	0
<b>Mamíferos</b>	2	0	0



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II.

Los resultados del índice de diversidad para cada grupo, indican que las especies con los valores más altos presentan una alta plasticidad a los cambios del ambiente (generalistas). Para el caso de la herpetofauna se observa que las especies mejor representadas son aquellas con mejor adaptación a la perturbación.

En la comunidad de mamíferos se observa un amplio dominio en las abundancias de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) común, lo que refleja una estructura ecológica heterogénea, y por tanto una baja diversidad.

Por las situaciones expuestas es posible concluir que con la adecuada aplicación de las medidas de mitigación consideradas en el documento, no se compromete la biodiversidad de vertebrados en la zona.

## VII. 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.1.1 Suelo.

#### VII.1.1.1 *Análisis de la pérdida de suelo que se suscitará como resultado del CUSTF.*

De acuerdo a lo analizado en el Capítulo X de medidas de mitigación en el apartado de suelos en lo que corresponde a la estimación de la erosión, se calculó que actualmente en el polígono del proyecto se pierden 209.53 toneladas por año (ton/ha/año) mientras que el potencial de erosión sin la protección de la cobertura vegetal alcanzaría 644.72 toneladas por año (ton/ha/año) la diferencia refleja un incremento de 435.19 toneladas por año (ton/ha/año). Este fue un primer criterio SIN considerar la propuesta de medidas de mitigación y conservación de suelos y manteniendo el predio sin vegetación y sin un uso (Ver Tabla VII-1).

**Tabla VII-1 Distintos escenarios de pérdida de suelos en el polígono del CUS.**

<i>Escenario Actual (ton/año)</i>	<i>Escenario con CUS (ton/año)</i>	<i>Escenario con CUS y medidas de mitigación (ton/año)</i>
72.3711	289.4959	78.3866

Con base a los resultados se puede concluir que con la aplicación de las medidas de mitigación no incrementará la pérdida potencial del suelo sino al contrario, evitan que propicien procesos irreversibles, atendiendo con ello el precepto de excepcionalidad del artículo 93 de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable que refiere a que el desarrollo del proyecto no generará la erosión del suelo en una proporción mayor a la actual.

### VII.1.2 Agua.

A fin de dar observancia al precepto normativo señalado en el artículo 93 de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, donde establece que derivado del CUS solicitado No se deberá de provocar el deterioro de la calidad del agua y disminución en su capacidad, ni afectar las condiciones de escurrimiento e infiltración de la precipitación hasta un nivel que amenace la disponibilidad y calidad de agua en la cuenca hidrológica.

Para lo anterior se realizaron las estimaciones a fin de cuantificar el efecto que tendrá el CUS primeramente en cuanto al escurrimiento y en seguida para la infiltración.

El coeficiente de esguerrimiento anual se realizó en dos escenarios, el primero en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura) y el segundo con el proyecto (suelo desnudo).

Basándonos en la tabla anterior, el predio en las condiciones actuales tiene vegetación forestal (vegetación secundaria de selva baja caducifolia) con una cobertura de 25% al 50% y un tipo de suelo A, con lo cual el valor de K es de 0.17; y en el segundo escenario, el predio con el proyecto, es decir con un banco de material, tipo de suelo de tipo A, con lo cual el valor de K es de 0.26.

Se seleccionó la estación climatológica El Corcovado (14390), la cual nos reporta una precipitación media anual de 684.9 mm y 64.3 días de lluvia al año.

Por lo tanto, el Ce del área a afectar en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura) sería:

$$\begin{aligned} Ce &= K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5 \\ Ce &= 0.17 * (684.9-250)/2000 + (0.17-0.15)/1.5 \\ Ce &= 0.050299 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el Ce del área a afectar en el escenario con proyecto (banco de material) sería:

$$\begin{aligned} Ce &= K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5 \\ Ce &= 0.29 * (935.2-250)/2000 + (0.29-0.15)/1.5 \\ Ce &= 0.192687 \end{aligned}$$

#### Volumen de esguerrimiento anual

Posterior al cálculo del coeficiente de infiltración se calculó el volumen de esguerrimiento anual en los dos escenarios propuestos, en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura) y en el escenario con proyecto (banco de material).

El volumen de esguerrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en ml

At= Área total en m<sup>2</sup>



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II.  
Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

De acuerdo con lo reportado por la estación climatológica más cercana al área del proyecto la precipitación media anual es de 1,244.8 mm, dentro del predio se realizará el CUSTF en 5,650 m<sup>2</sup>.

1. *Cálculo de volumen de escurrimiento anual en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura):*

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Pa (m <sup>3</sup> )	Ce	Vol. Esc Anual (m <sup>3</sup> )
Bosque 25 al 50% de cobertura	5,650	1.2448	0.0868246	610.6154

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos que en las condiciones originales (bosque 25 al 50% de cobertura) se tiene un volumen de escurrimiento anual de 610.6154 m<sup>3</sup>.

2. *Cálculo de volumen de escurrimiento anual en el escenario con proyecto (suelo desnudo):*

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Pa (ml)	Ce	Vol. Esc Anual (m <sup>3</sup> )
Suelo desnudo	5,650	1.2448	0.17131266	1,204.86

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos que en el escenario con proyecto se tendrá un volumen de escurrimiento anual de 1,204.86 m<sup>3</sup>.

Al realizar el comparativo del volumen de escurrimiento anual en las condiciones actuales, es decir, con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, y en el escenario con proyecto, se obtiene un aumento de volumen de escurrimiento de 594.2446 m<sup>3</sup> de agua al año, los cuales deben ser compensados.

Como compensación a este aumento en el Volumen de Escurrimiento se ha propuesto el establecimiento de una cobertura vegetal, compuesta por gramíneas así como la reforestación en el polígono de aplicación de medidas de mitigación (ver *Anexos: Capítulo X: Balance Hidrometeorológico Anual*), que si bien actualmente presentan una cobertura ésta será mejorada lo que permitirá un aumento en la infiltración del agua de lluvia en esta área. Estas acciones propuestas tendrán un efecto sinérgico positivo con el suelo ya que esto disminuirá también la erosión compensando con esto los valores estimados en el párrafo anterior.

VII.1.2.2 **Análisis de la infiltración que resultaría del CUSTF.**

La precipitación media anual en el área donde se llevará a cabo el proyecto es de 1,244.8 mm y existen un total de 90.8 días de lluvia al año (normales climatológicas reportadas por la estación Potrerillos para el periodo 1981-2010).

El cálculo de la cantidad de agua que se infiltra en el predio se realizó en dos escenarios, el primero en las condiciones actuales del predio (vegetación secundaria de selva baja caducifolia) y el segundo con el nuevo uso de suelo propuesto (camino y exploraciones). La superficie que se utilizó para el cálculo es 5,650 m<sup>2</sup> correspondiente a vegetación forestal.

1. Cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales del predio
2. Cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales del predio
3. A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración en las condiciones actuales del predio.
4. Coeficiente del tipo del suelo (K<sub>fc</sub>) = 0.15, el tipo de suelo en la zona tiene una textura media.
5. Coeficiente de pendiente (K<sub>p</sub>) = 0.1, la zona presenta una pendiente entre 15 y 30%.
6. Coeficiente del uso del suelo (K<sub>v</sub>) = 0.20, el uso de suelo actual del predio es selva baja caducifolia

**Tabla VII-2 Coeficiente de infiltración**

Escenario actual				
Uso de suelo	K <sub>fc</sub>	K <sub>p</sub>	K <sub>v</sub>	C
Selva baja caducifolia	0.20 (textura gruesa)	0.1 (pendiente promedio 21.12%)	0.20 (selva baja caducifolia)	0.5

**Tabla VII-3 Tabla. Cálculo de la infiltración potencial**

Escenario Actual				
Uso de suelo	Agua que potencialmente se infiltra en el área (mm)	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (L/año)	Expresado en m <sup>3</sup> /año
Selva baja caducifolia	$I = (0.88) * 0.5 * 1,244.8 \text{ mm} = 547.712$	5,650	3,094,572.8	3,094.57

7. De acuerdo con los resultados obtenidos, en las condiciones actuales del área con vegetación secundaria de selva baja caducifolia (5,650 m<sup>2</sup>), se infiltran potencialmente 3,094.572 m<sup>3</sup> de agua al año.
8. Cantidad de agua que se infiltrará con la implementación del proyecto (nuevo uso de suelo)

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración con la implementación del proyecto.

- Coeficiente del tipo del suelo ( $K_{fc}$ ) = 0.15, el tipo de suelo en la zona tiene una textura media.
- Coeficiente de pendiente ( $K_p$ ) = 0.1, la zona presenta una pendiente entre 15 y 30%.
- Coeficiente del uso del suelo ( $K_v$ ) = el uso de suelo con proyecto /sin vegetación aparente, el valor de esta variable es de 0.18.

Tabla VII-4 Coeficiente de infiltración

Escenario con la implementación del proyecto				
Uso de suelo	$K_{fc}$	$K_p$	$K_v$	C
Sin vegetación aparente	0.15 (textura gruesa)	0.1 (pendiente promedio 21.12%)	0.18 (sin vegetación aparente)	0.43

Tabla VII-5 Cálculo de la infiltración potencial

Escenario con la implementación del proyecto				
Uso de suelo	Agua que potencialmente se infiltra en el área (mm)	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (L/año)	Expresado en m <sup>3</sup> /año
Sin vegetación aparente	$I = (0.88) * 0.43 * 1,244.8 \text{ mm}$ = 471.03	5,650	2,661,332.608	2,661.332

De acuerdo con los resultados obtenidos, se tendrá una infiltración potencial de 2,661.332 m<sup>3</sup> de agua al año con la implementación del proyecto en la superficie 5,650 m<sup>2</sup>.

Tomando en cuenta los cálculos realizados anteriormente se procedió a realizar un balance hídrico.

Tabla VII-6 Comparativo de la infiltración potencial antes y después del desarrollo del proyecto

Diferencia		
Infiltración potencial m <sup>3</sup> /año en el estado actual del área del proyecto	Infiltración potencial m <sup>3</sup> /año en el área después de la implementación del proyecto	Balace de la infiltración potencial m <sup>3</sup> /año con la implementación del proyecto
3,094.57	2,661.332	433.23

Al hacer el balance de la infiltración potencial con la implementación del proyecto se observa que habrá una disminución en la infiltración de 433.23 m<sup>3</sup>/año, esta disminución deberá ser compensada al 100%.

De acuerdo con los cálculos anteriores para mitigar la pérdida de 433.23 m<sup>3</sup> de agua al año por reducción de infiltración y aumento en el volumen de escurrimiento, se propone la construcción de 4 zanjas ciegas de 2 metros de largo por 1 metro de ancho y 0.5 metro de profundidad cada una; cada zanja captará 1 m<sup>3</sup> por día de



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. Lluvia. De acuerdo con las normales climatológicas reportadas para la zona se cuenta con 90 eventos de lluvia al año, con lo cual se estima que cada zanja capture  $m^3/año$ , y en conjunto las 10 zanjas infiltren 662,850  $m^3$  anuales, por lo que el impacto generado será compensado al 100%.

El diseño y los cálculos mencionados anteriormente están sustentado en la siguiente bibliografía. 1. Manual de Obras prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales (2018). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) / 2. Ficha técnica para la elaboración de Zanjas ciegas (2009). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y El Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos / 3. Manual de Obras para el Control de Erosión Laminar (2008). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) / 4. Diseño de obras para la conservación de Agua y Suelo (2004). Instituto forestal (INFOR), Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Universidad de Tala, Chile.

## VIII. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

El proyecto “Exploración Minera Palos Verdes II.” contempla los planteamientos y procedimientos para que de manera ordenada se realicen las actividades correspondientes al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), : La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales (Artículo 7 fracción VI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2003), para prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales que pudiesen presentarse durante la ejecución del presente. Como lo establece la LGDFS en su Artículo 14, fracción XI, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia federal encargada de expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales;.

### I.1 Metodología de trabajo forestal.

En base, a la carta de uso de suelo y vegetación y a los requerimientos del proyecto se delimitó la superficie y tipo de vegetación, presentes en el Área de estudio, donde para cuantificar los volúmenes a remover, se levantaron sitios de muestreo rectangulares de 240 m<sup>2</sup> donde se midieron todos los árboles en pie a partir de 7 cm. de Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) 1.30 m sobre el nivel del suelo, altura total y pendiente, culminando en la categoría máxima encontrada.

Para el muestreo del estrato arbustivo se realizaron muestreos de 9 m<sup>2</sup> (3x3). Para el caso del muestro herbáceo fue de, 1x1 este se realizó en el mismo sentido que el estrato arbustivo, es decir cuatro sitios anidados dentro de cada sitio.

Para la captura y estimaciones volumétricas de las especies forestales muestreadas, los datos de campo de agruparon en categorías diamétricas y de altura, lo anterior derivado a que las tablas y tarifas de volumen que se utilizarán, están clasificadas, para su estimación en base a las variables Altura y Diámetro Altura de Pecho (Dap). (Ver Tabla I-1 y Tabla I-2).

**Tabla I-1 Categorías diamétricas.**

<i>Categoría Diamétrica (cm)</i>	<i>Rangos (CM)</i>	<i>Valor Registrado de la Categoría en el Muestreo (cm)</i>
1	3.5 – 7.4	5
2	7.5 – 12.4	10
3	12.5 – 17.4	15
4	17.5 – 22.4	20
5	22.5 – 27.4	25
6	27.5 – 32.4	30
7	32.5 – 37.4	35
8	37.5 – 42.4	40
9	42.5 – 47.4	45
10	47.5 – 52.4	50
11	52.5 – 57.4	55
12	57.5 – 62.4	60
13	62.5 – 67.4	65
14	67.5 – 72.4	70
15	72.5 – 77.4	75

**Tabla I-2 Categorías de Altura.**

<i>Categoría Altura (m)</i>	<i>Rango (M)</i>	<i>Valor Registrado de La Categoría en el Muestreo en (M)</i>
1	3.5-7.4	5
2	7.5-12.4	10
3	12.5-17.4	15
4	17.5-22.4	20
5	22.5-27.4	25

## 1. I.2 Metodología para la estimación de volúmenes

Para el caso de las selvas bajas de la región, aún se carece de ecuaciones de volúmenes por especie que permita calcular con exactitud los volúmenes existentes en estas masas forestales. La metodología empleada para el cálculo de volúmenes fue a través del de la fórmula del cilindro ( $0.7854 \times D^2 \times ALT.$ ) multiplicado por un coeficiente de forma, que para el caso de las selvas puede variar de entre 0.5 y 0.7, en este caso se multiplico por 0.6, ya que a la fecha aún 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 Sinaloa; por lo que, el uso del Coeficiente Mórfico de 0.5 al 0.7 permite obtener promedios estadísticamente aceptables en el análisis de inventarios, la utilización de Coeficientes Mórficos 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, 1999); 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.

Desde hace más de 20 años se ha usado el Coeficiente de Forma de 0.5 y 0.6 para estimar los volúmenes individuales de árboles en pie; en todos los planes de manejo que se han realizado, desde entonces se ha aceptado por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado, como un procedimiento válido en la

estimación de volúmenes para inventarios forestales y Estudios Técnicos Justificativos.

$$\text{VFL (M}^3\text{)} = \frac{(0.7854 \times (\text{DN}^2 \times \text{AFL})) \times 0.6}{0.6}$$

**Donde:**

0.7854 = Factor resultante de la división de  $\pi / 4$

DN = Diámetro Normal a 1.30 cm del suelo

AFL = Altura fuste limpio

0.6 = Coeficiente Mórfico

Para estimar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{AB m}^2 = 0.7854 (\text{DN}^2)$$

AB = Área Basal ( $\text{m}^2$ ).

DN = Diámetro  $\pi$  Normal (m)

También se utilizaron las fórmulas y modelos logarítmicos para el cálculo de volumen de materia prima forestal para algunas especies; estas ecuaciones fueron tomadas del Inventario Nacional Forestal, las cuales han sido aplicadas a diferentes regiones del país y toman en cuenta como variables independientes el diámetro normal (cm) y altura total del individuo (m). Son ecuaciones que se aplican por especie o por grupo de especies y/o por región, de acuerdo a las especificaciones de cada modelo. (Ver Tabla I-3).

Los instrumentos utilizados para la medición de las variables dasométricas fueron: Cinta diamétricas, flexómetro, clinómetro, altímetro y GPS.

**Tabla I-3 Modelos Matemáticos Utilizados.**

No.	Árboles NC	Especie	Modelo Matemático
1	Tepame	<i>Acacia pennatula</i>	$\text{EXP}(-10.01137401 + 1.97688779 \cdot \text{LN}(\text{Dap}) + 1.02860759 \cdot \text{LN}(\text{Alt}))$
2	Anona	<i>Annona longiflora</i>	$\text{EXP}(-9.60981068 + 1.8285472 \cdot \text{LN}(\text{Dap}) + 1.01082458 \cdot \text{LN}(\text{Alt}))$
3	Llorasangre	<i>Bunchosia lanceolata</i>	$\text{EXP}(-9.41737421 + 1.76385327 \cdot \text{LN}(\text{Dap}) + 1.04067089 \cdot \text{LN}(\text{Alt}))$
4	Bursera roja	<i>Bursera simaruba</i>	$\text{EXP}(-9.86139158 + 1.93994057 \cdot \text{LN}(\text{Dap}) + 1.04126898 \cdot \text{LN}(\text{Alt}))$
5	Conostegia	<i>Conostegia xalapensis</i>	$\text{EXP}(-9.80434696 + 1.91033696 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.03262007 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$
6	Heliocarpus	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	$\text{EXP}(-9.80434696 + 1.91033696 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.03262007 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$
7	Hintonia	<i>Hintonia latiflora</i>	$.7854 \cdot \text{D}^2 \cdot \text{ALT} \cdot 0.6$
8	Inga	<i>Inga eriocarpa</i>	$\text{EXP}(-10.01137401 + 1.97688779 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.02860759 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$
9	Ipomoea	<i>Ipomoea murucoides</i>	$\text{EXP}(-9.73746695 + 1.85643537 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.07354086 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$
10	Lippia	<i>Lippia umbellata</i>	$\text{EXP}(-9.41737421 + 1.76385327 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.04067089 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$
11	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	$\text{EXP}(-9.82944377 + 1.9060093 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.04047533 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$
12	Encino	<i>Quercus castanea</i>	$\text{EXP}(-9.80434696 + 1.91033696 \cdot \text{LN}(\text{diam}) + 1.03262007 \cdot \text{LN}(\text{alt}))$

### 1. I.3 Cálculo de la hectárea tipo

El cálculo de la hectárea tipo se basa en un proceso previo de estimación de volumen por sitio de muestreo y da una idea del volumen por hectárea de todas las especies en conjunto presentes en un rodal, que, al proyectarla a la totalidad de este, proporciona las existencias reales totales por en metros cúbicos.

### 2. I.4 Volúmenes totales y Hectárea tipo.

De acuerdo con los datos obtenidos del levantamiento de los sitios de muestreo, se determinó para el estrato arbóreo, Área basal, volúmenes y árboles por especie por sitio, al igual se hizo el cálculo por hectárea tipo, obteniéndose el siguiente resultado. (Ver Tabla I-4).

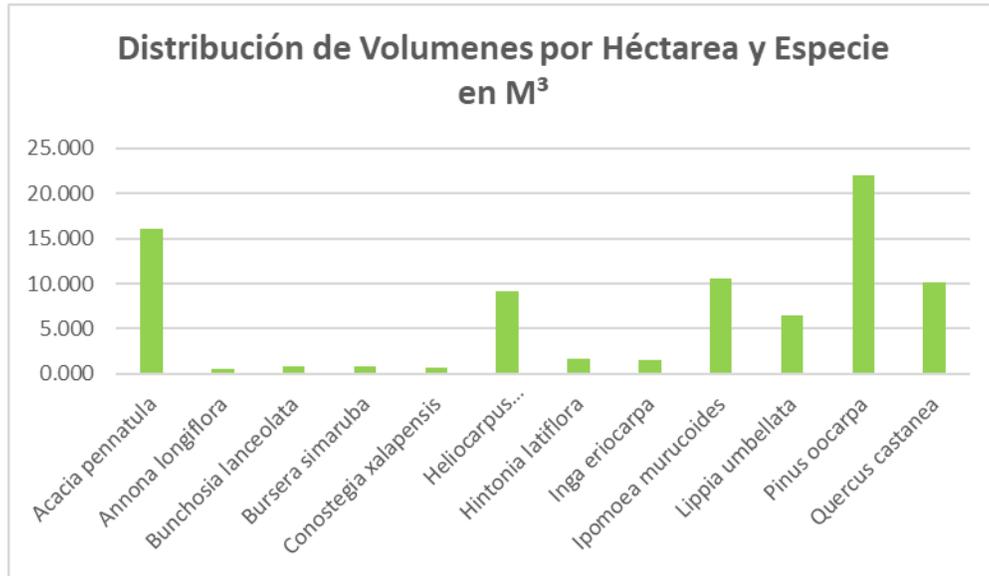
Para los estratos Arbustivo y Herbáceo, se determinó la cantidad de individuos por hectárea. (Ver Tabla I-4 y Tabla I-5).

Tabla I-4 Área basal, Volumen en m<sup>3</sup> y número de árboles censados por sitio

No.	Árboles NC	Especie	Área Basal m <sup>2</sup> por Sitio	Volumen m <sup>3</sup> por Sitio	No. de Árboles Censados
1	Tepame	<i>Acacia pennatula</i>	0.491	1.547	61
2	Anona	<i>Annona longiflora</i>	0.012	0.046	2
3	Llorasangre	<i>Bunchosia lanceolata</i>	0.028	0.082	2
4	Bursera roja	<i>Bursera simaruba</i>	0.030	0.084	3
5	Conostegia	<i>Conostegia xalapensis</i>	0.029	0.068	5
6	Heliocarpus	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	0.212	0.878	13
7	Hintonia	<i>Hintonia latiflora</i>	0.058	0.158	6
8	Inga	<i>Inga eriocarpa</i>	0.045	0.143	6
9	Ipomoea	<i>Ipomoea murucoides</i>	0.368	1.015	27
10	Lippia	<i>Lippia umbellata</i>	0.185	0.615	21
11	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	0.304	2.114	5
12	Encino	<i>Quercus castanea</i>	0.162	0.969	7
		<b>Total</b>	<b>1.923</b>	<b>7.719</b>	<b>158</b>

Tabla I-5 Área basal, Volumen en m<sup>3</sup> y número de árboles censados por Ha.

No.	Árboles NC	Especie	Área Basal m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> /Ha	No. de Árboles /Ha
1	Tepame	<i>Acacia pennatula</i>	5.114	16.110	635
2	Anona	<i>Annona longiflora</i>	0.129	0.479	21
3	Llorasangre	<i>Bunchosia lanceolata</i>	0.289	0.851	21
4	Bursera roja	<i>Bursera simaruba</i>	0.314	0.871	31
5	Conostegia	<i>Conostegia xalapensis</i>	0.298	0.711	52
6	Heliocarpus	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	2.204	9.148	135
7	Hintonia	<i>Hintonia latiflora</i>	0.608	1.649	63
8	Inga	<i>Inga eriocarpa</i>	0.466	1.488	63
9	Ipomoea	<i>Ipomoea murucoides</i>	3.830	10.575	281
10	Lippia	<i>Lippia umbellata</i>	1.930	6.405	219
11	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	3.165	22.019	52
12	Encino	<i>Quercus castanea</i>	1.685	10.095	73
		<b>Total</b>	<b>20.031</b>	<b>80.402</b>	<b>1646</b>



Gráfica I-1 Distribución de los Volúmenes por Ha, por especie expresada en m³.

Los arbustos no se encuentran en las categorías diamétricas inventariables mayores o iguales a 7.5 cm de diámetro a 1.3 m, por lo cual no se cubican o no se extraerá volumen.

### I.6 Número de Arbustos por Hectárea

Tabla I-6 Número de Arbustos por Ha.

No.	Arbustos NC	Especie	No. de Arbustos por Sitio	No. de Arbustos/ Ha.
1	Estrellita	<i>Brickellia coulteri</i>	15	1042
2	Cissus	<i>Cissus microcarpa</i>	7	417
3	Hypocratea	<i>Hippocratea celastroides</i>	4	278
4	Higuerilla	<i>Ricinus comunnis</i>	16	1111
5	Brogmartia	<i>Brongniartia glabrata</i>	7	486
6	Solanum	<i>Solanum hazenii</i>	6	417
7	Pisonia	<i>Pisonia capitata</i>	6	417
8	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	26	1806
9	Randia	<i>Randia echinocarpa</i>	1	69
10	Lippia	<i>Lippia alba</i>	6	417
11	Iresine	<i>Iresine celosia</i>	2	139
12	Acalypha	<i>Acalypha cincta</i>	2	139
		<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>6736</b>

### I.7 Número de Herbáceas por Hectárea

Tabla I-7 Número de Herbáceas por Ha.

No.	Herbáceas NC	Especie	No. de Herbáceas por Sitio	No. de Herbáceas/ Ha.
1	Adiantum	<i>Adiantum princeps</i>	10	6250
2	Paspalum	<i>Andropogon bicornis</i>	30	18750
3	Acanthaceae	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	60	37500
4	Malvaceae	<i>Abutilon abutiloides</i>	12	7500
5	Compuesta	<i>Bidens odorata</i>	25	15625
6	Aristida	<i>Aristida jorullensis</i>	119	74375
7	Elythraria	<i>Elythraria imbricata</i>	48	30000
8	Salvia	<i>Salvia lasiocephala</i>	6	3750
9	Pasto 2	<i>Trachypogon spicatus</i>	43	26875
10	Pasto 1	<i>Rhynchelytrum repens</i>	18	11250
11	Dicliptera	<i>Dalechampia scandens</i>	6	3750
12	Digitaria	<i>Urochloa maxima</i>	26	16250
13	Ipomoea	<i>Merremia quinquefolia</i>	6	3750
		<b>Total</b>	<b>409</b>	<b>255625</b>

## 3. 2. Bibliografía

González M., R., E. J. Treviño G., O. A. Aguirre C., J. Jiménez P., I. Cantú S., y R. Foroughbakhch Pournavab. 2004. Rodalización mediante sistemas de información geográfica y sensores remotos. Investigaciones Geográficas 53: 39-57.

Hernández-Díaz, J. C., J. J. Corral-Rivas, A. Quiñones-Chávez, J. R. Bacon-Sobbe y B. Vargas-Larreta. 2008. Evaluación del manejo forestal regular e irregular en bosques de la Sierra Madre Occidental. Madera y Bosques 14(3):25-41.

Nájera-Frías, J., A. Pinedo-Álvarez, F. Cruz-Cobos, S. Corral-Rivas, y R. Meraz-Alemán. 2013. Modelación geoespacial del potencial natural de bosques templados en Pueblo Nuevo, Durango. Tecnociencia Chihuahua 7(1):39-48.

Romahn, D. C. F. 1999. Principales productos forestales no maderables de México. Libro. Universidad Autónoma Chapingo. Edo de México. 125-161.

## IX. PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

La forma de ejecución del CUS, se realizará conforme al cronograma (Ver Figura IX-1) el cual se llevará a cabo a partir de que se autorice el Cambio de Uso de Suelo; las actividades presentadas en él son aquellas que intervienen directamente en el Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad A y se considera que se realizarán en un período de 12 meses.

Cronograma para Cambio de Usos de Suelo en Terrenos Forestales												
Meses de ejecución.	Cuatrimestre 1				Cuatrimestre 2				Cuatrimestre 3			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Identificación de las áreas e individuos forestales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Acciones de manejo de especies de interés. NOM-059	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desmante		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Despalme.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura IX-1 Cronograma de Actividades.

El cambio de uso de suelo está determinado por las actividades mostradas en la Tabla IX-1:

Tabla IX-1 Actividades del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

A).- PREPARACIÓN DEL SITIO	1.- Delimitación del área de cambio de uso de suelo
	2.- Mantenimiento de caminos
	3.- Rescate y reubicación de fauna silvestre
	4.- Rescate y reubicación de flora silvestre
	5.- Desmante



	6. Instalación de tubos para desagüe
<b>B).- EXPLOTACIÓN</b>	1. Planillas de barrenación
	2. Zanjas
	3. Cárcamos para recircular el agua de barrenación
<b>C).- ABANDONO</b>	1. Desmantelar equipo e instalaciones
	2. Limpieza
	3. Restauración y reforestación

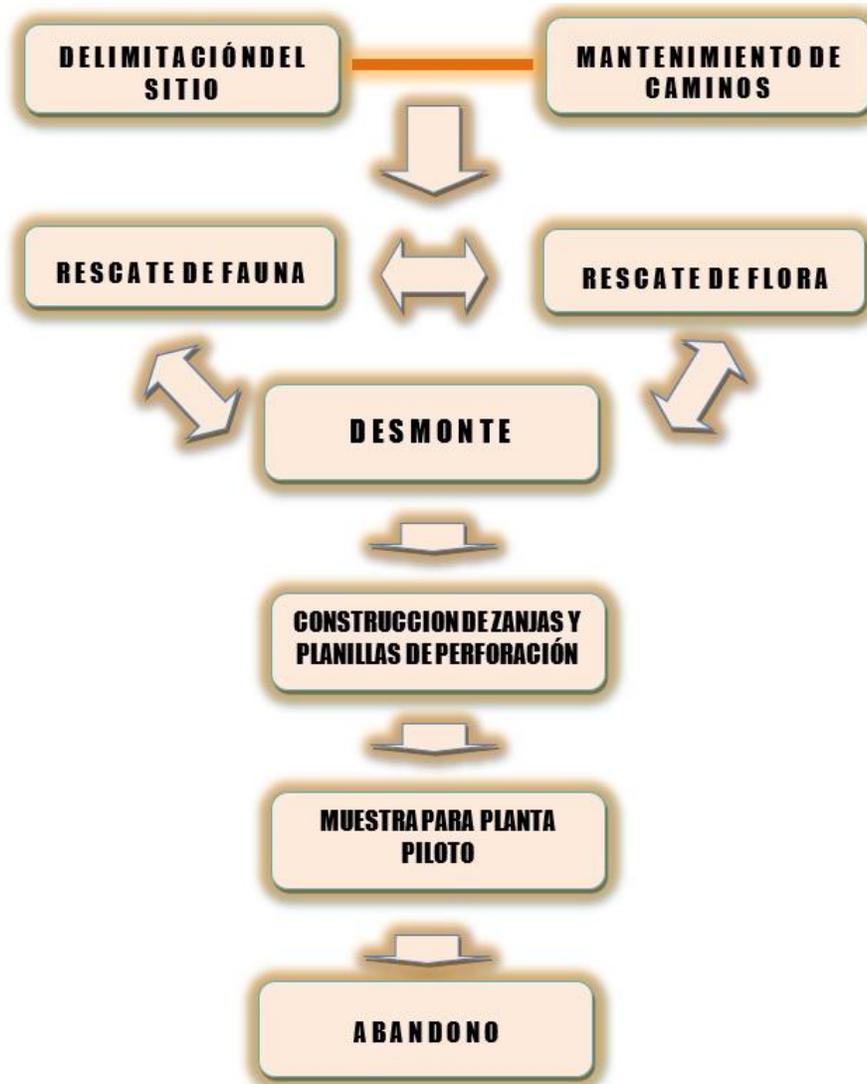


Figura IX-2 Diagrama de flujo del proceso de cambio de uso de suelo

## IX.1 Actividades consideradas en el Cronograma:

### IX.1.1 Etapa de Preparación

Tabla IX-2 Etapa de Preparación

A).- PREPARACIÓN DEL SITIO	1.- Delimitación del área de cambio de uso de suelo
	2.- Mantenimiento de caminos
	3.- Rescate y reubicación de fauna silvestre
	4.- Rescate y reubicación de flora silvestre

	5.- Desmante
	6. Instalación de tubos para desagüe

**Delimitación de las áreas forestales a ser intervenidas:** El cambio de uso de suelo solo se realizará en las áreas autorizadas, dentro del polígono indicado en los mapas e imágenes (ver *Anexos: Capítulo I, Polígonos de CUS*)

Estas áreas serán delimitadas con señalamientos visibles, como estacas, cintas de plástico o cal.

Durante el proceso de delimitación, se identificarán y señalarán individuos susceptibles de rescate. La brigada de rescate de fauna acompañará y supervisará estas actividades con el objeto de asistir y apoyar, en caso de ser necesario, la identificación, rescate y reubicación de fauna.

Otras consideraciones:

- Ocupación de terreno en lo estrictamente necesario para la ejecución de obras.
- Aprovechamiento máximo de los caminos, accesos e infraestructuras existentes.
- Balizamiento y señalización adecuada en las distintas áreas de obra para determinar adecuadamente la superficie de ocupación.

El material producto de excavación y despalme, cuya recuperación sea técnicamente factible, será confinado y almacenado, dentro de la zona autorizada

**Acciones de manejo de especies de interés NOM-059:** En esta actividad se aplicarán las campañas de los Programas de Rescate de Flora y Fauna. Dichos programas se encuentran considerados en el Capítulo X.

Otras consideraciones:

Previo a cada frente de obra se realizará un recorrido y se ahuyentarán los ejemplares de fauna, potencialmente afectables por los trabajos. Se pondrá especial atención a la detección de individuos juveniles y de baja movilidad.

Se aplicarán medidas de rescate y reubicación de las especies listadas en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se evitará la manipulación innecesaria de nidos y crías, por lo que su manejo se llevará a cabo únicamente en casos específicos y justificados como el derribo inevitable de sus refugios.

Se hará un seguimiento de las acciones ejecutadas para verificar su eficacia.

#### IX.1.1.1 **Delimitación del área de cambio de uso de suelo**

Con el objetivo de que el personal que ejecutará los trabajos inherentes al Proyecto, no exceda la superficie para la cual se solicita el CUS, los terrenos serán delimitados colocando señalizaciones visibles no menores de 1.30 de alto, en cada uno de los vértices que delimitan el sitio del Proyecto, de tal manera que sean visibles a distancia.

#### IX.1.1.2 **Mantenimiento de caminos**

El mantenimiento de los caminos será previo al inicio, mismos que se encuentran en óptimas condiciones y que se utilizaron para la etapa de exploración.

El mantenimiento estará enfocado, en caso necesario, a la reconstrucción de canales o cunetas de desviación en todos los cruces de agua con acceso a los sitios.

La compactación del área de rodamiento es otra de las labores a realizar lo cual esta aunado a la nivelación de dicha área de rodamiento, con la finalidad de eliminar baches y rodaduras profundas y para quitar el material deslizante y reducir al mínimo la pérdida de material de revestimiento, todo ello cuidando la pendiente transversal.

La periodicidad de este tipo de mantenimiento será mensual. Por otra parte, los caminos estarán sujetos a riegos periódicos.

Las anteriores actividades tienden a evitar polvos fugitivos por rodamiento, y descarga de sedimentos a cuerpos de agua.

#### IX.1.1.3 **Rescate y reubicación de fauna silvestre**

La necesidad de la aplicación de los trabajos de rescate y reubicación de fauna silvestre surge de la necesidad de prevenir o mitigar la afectación a los animales, tanto en su integridad física como en su movilidad o demás afectaciones, que sobre este factor ocasionaría la ejecución del cambio de uso de suelo y la operación del Proyecto de vertedero.

El rescate y reubicación de fauna silvestre está enfocado principalmente a preservar aquellas especies de lenta movilidad, representados por reptiles y algunos mamíferos pequeños, que pudieran no ser capaces de abandonar rápidamente las áreas de impacto de la obra y por tanto estarían en peligro.

Es importante señalar que no todos los animales silvestres son sujetos de rescate; especies presentes de fauna muy móvil, especialmente mamíferos se alejan (huyen) del área del Proyecto hacia zonas cercanas de hábitats similares, tan pronto sienten presencia humana.

Capturar estos animales es una labor difícil y prolongada, que además somete al individuo a un alto nivel de estrés, con el riesgo cierto de muerte o lesiones. Afortunadamente, el entorno del Proyecto, en cuyo grado de intervención antropogénica es mínimo, proporcionaría refugio para los individuos desplazados.

En cuanto a las aves, éstas no estarán sujetas a rescate, a no ser que se trate de individuos anidando, en cuyo caso, será necesario igual manera, evaluar con cuidado si se reubica el nido o se preserva el árbol hasta que los polluelos completen el emplumado y abandonen el lugar por sí solos.

#### IX.1.1.4 **Rescate y reubicación de especies**

El rescate de flora se realizará de manera paralela al rescate de fauna y de manera previa al desmonte, consistirá en rescatar y reubicar plantas completas y esquejes (partes vegetales) de plantas susceptibles para tal efecto y que se encuentren presentes en el área destinada al vertedero.

Lo anterior tiene como objetivo contribuir a la conservación de la biodiversidad del sitio y por ende la riqueza biológica de México, en particular las especies de lento crecimiento, interés ecológico y principalmente de aquellas que su estatus sea de riesgo ecológico y que estén dentro los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los Quirópteros (murciélagos) tampoco se rescatan, pues tienen los medios de abandonar el área de construcción por sí mismos.

### IX.1.2 **Desmonte.**

Una vez seleccionada y delimitada el área del Proyecto y ejecutadas las labores anteriormente mencionadas, se procederá a realizar el desmonte del área, mismo que se realizará de forma manual, ayudándose con máquinas de rastrillos frontales o cualquier otro implemento que ayude a apilar el material.

La remoción de la vegetación se realizará de manera total en un solo evento, derribando los individuos arbóreos, troceándolos in situ mediante el uso de motosierras para diámetros mayores y machetes para diámetros de hasta 5 centímetros. Los productos del desmonte serán triturados con una máquina especial para tal finalidad y posteriormente llevarlos a un área de acopio en donde se preservará para después ser utilizado en labores de restauración.

#### IX.1.2.1 **Otras consideraciones:**

- Se prohíbe la extracción o aprovechamiento de especies vegetales, por el personal involucrado directa o indirectamente en la obra. Esta restricción incluye especies forestales y no forestales.
- El arbolado mayor a 15 cm, serán separados y en su caso, dispuesto para su manejo por los propietarios originales de los terrenos.
- La remoción de la cubierta vegetal se limitará a la superficie estrictamente necesaria para la ejecución de obras.

#### IX.1.2.2 **Construcción de barrera**

Creación de barreras que limiten y protejan el área a intervenir durante el cambio de uso de suelo y explotación.

#### IX.1.2.3 **Instalación de tubos para desagüe**

Dentro del área a explotar se instalarán tuberías que ayuden al desagüe de los escurrimientos naturales presentes en el sitio, conduciendolos al exterior del predio.

Con la finalidad de dar mayor comprensión al Proyecto en su conjunto a continuación se describen de manera general las actividades a desarrollar en su etapa de explotación.

#### IX.1.2.4 **Marcación del arbolado.**

Por el tipo de obra de que se trata el arbolado será marcado, utilizando cualquier método autorizado por la SEMARNAT, preferentemente con martillos marcadores debidamente registrados ante la autoridad.

Con la finalidad de tener un control y seguimiento de las superficies y volúmenes marcados el responsable técnico forestal elaborará reportes del marqueo.

Para el derribo del arbolado y remoción de la vegetación se contempla utilizar motosierras y otras herramientas manuales. Asimismo y cuando por la superficie o topografía resulte conveniente, se utilizará maquinaria pesada.

#### IX.1.2.5 **Remoción del arbolado y cubierta vegetal.**

Una vez delimitada dichas superficies se procederá al marqueo del arbolado para su derribo. Se respetarán aquellos individuos que no interfieran con el proceso de construcción del proyecto o que no representen un obstáculo insalvable para el desarrollo de las obras.

Para realizar la remoción, se considerarán los siguientes puntos:

- El derribo de vegetación se tiene contemplado realizarlo a mata rasa, con el uso de motosierras y maquinaria pesada; quedando estrictamente prohibido el uso de fuego.
- Los productos maderables resultantes, podrán extraerse para su aprovechamiento y/o comercialización por parte del propietario; este aprovechamiento se apegará a la normatividad forestal correspondiente.

#### IX.1.2.6 **Extracción y aprovechamiento del arbolado.**

El aprovechamiento de los volúmenes resultantes del Cambio de Uso de Suelo; el prestador de servicios técnicos forestales encargado del seguimiento y ejecución del cambio de uso del suelo, brindará la asesoría al propietario para que en su caso, puedan movilizar los recursos forestales resultantes, de acuerdo a normatividad aplicable.

#### IX.1.3 **Despalme.**

Esta actividad corresponde a la remoción del horizonte fértil o tierra vegetal, el cual, cuando resulte técnicamente factible, será retirado de las áreas de aprovechamiento de material geológico motivo del CUS, parte de este material quedará dispuesto en las inmediaciones de los frentes de trabajo, en sitios desprovistos

de vegetación forestal a fin de que, al momento de ejecutar las acciones de restauración, sea reincorporado. El material excedente será trasladado a los sitios de acopio, para su posterior utilización en labores de restauración y revegetación.

Otras consideraciones:

- Separación de horizonte fértil o tierra vegetal, así como su adecuado acopio, evitando su mezcla con el resto de material de excavación. Dicha tierra será reutilizada para labores de restitución y restauración de los terrenos afectados por la obra.
- Se recomienda que los acopios no sean mayores a dos metros de altura y que se realice a modo de cordones.
- Se recomienda realizar riego sobre los acopios con el fin de compactar la capa superficial y evitar la erosión por viento.
- Se aplicarán las medidas oportunas de control de erosión en los acopios (se determinará a partir de la supervisión visual).

Una vez obtenida la autorización para el cambio de uso de suelo, se prevé la realización de los desmontes y derribo de árboles sobre las superficies destinadas para los polígonos de CUS. Se afectará la vegetación en 0.565 ha (Ver Figura IX-3).

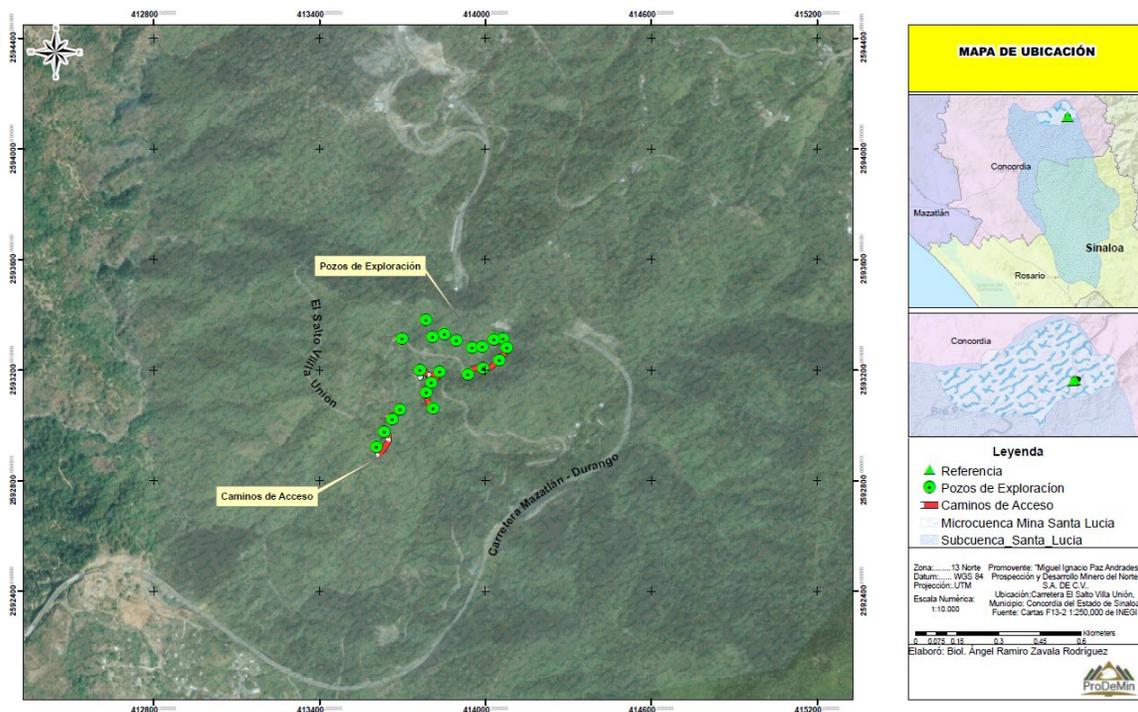


Figura IX-3 Polígonos de CUS en el predio Extracción Minera Palos Verdes.

**IX.1.4 Etapa de Operación**

**Tabla IX-3 Etapa de Operación**

<b>B).- EXPLOTACIÓN</b>	1. Planillas de barrenación
	2. Zanjas
	3. Cárcamos para recircular el agua de barrenación

**IX.1.4.1 Planillas de Barrenación**

En el desarrollo de obras mineras para explotación cuyo fin es hacer hoyos en la roca. Barrenadoras: son herramientas formadas por un mecanismo apropiado para producir los efectos de rotación o percusión de la Barrenación que va provista por una broca en su extremo de ataque.

**IX.1.4.2 Zanjas**

Las zanjas se utilizan donde las estructuras mineralizadas, se encuentran cubiertas por el suelo, se construye transversalmente al rumbo de la estructura y siempre y cuando el muestreo contiguo a la zona donde se deba construir indique valores de interés. Sus dimensiones dependen de la anchura de la estructura y de profundidad del suelo. Se tienen programadas 5 con las siguientes características (Ver Tabla IX-4):

**Tabla IX-4 Características de las Zanjas**

Cuadro de zanjas		
Zanja	Ancho (m)	Largo (m)
1	4.0	25.0
2	4.0	20.0
3	4.0	15.0
4	4.0	25.0
5	4.0	15.0

**IX.1.4.3 Cárcamos para recircular el agua de barrenación**

Se construirá cárcamo para la recolección de aguas, el agua se bombea cuando es necesario por medio de gravedad hacia el exterior y poderlo recircular en los desagües previamente instalados. La construcción será de concreto reforzado o plásticos móviles en un área de 6.50 x 9.0 m y altura de 1.30 m.

**IX.1.5 Etapa de abandono del sitio**

Tabla IX-5 Etapa de abandono

<b>C).- ABANDONO</b>	1. Desmantelar equipo e instalaciones
	2. Limpieza
	3. Restauración y reforestación

**IX.1.5.1 *Desmantelar equipo e instalaciones***

El proceso de desmantelamiento al concluir la operación comprende el retiro de lo siguiente:

- Equipos y maquinarias pesada utilizada en la operación, contenedor de diésel.
- Planchas de concreto.
- Insumos

**IX.1.5.2 *Limpieza***

Consiste en la limpieza de las 14.5 hectáreas libres de cualquier tipo de residuo, ya sea sólido urbano, de manejo espacial y/o peligroso.

**IX.1.5.3 *Restauración y reforestación***

Al término de este período se realizará la restauración de las áreas afectadas, finalizando con la estabilización del área y reforestando con plantas nativas y exclusivas del ANP Altas Cumbres.

- Para la estabilización del corte en taludes y bermas se deberán utilizar elementos vegetales que combinan un adecuado arraigue y capacidad de resistencia a sequías.
- La pendiente de los canales de desvío y desagüe no podrá ser menor a 1% ni mayor de 2.5%.
- Se deberán conformar canales de desvío en la corona de los taludes y en el límite de las bermas con objeto de evitar el escurrimiento de agua pluvial a través del corte. De igual forma se deberán conformar canales de desagüe pluvial en las terrazas conformadas con objeto de evitar encharcamientos.
- La pendiente principal de terraza en las bermas en ningún caso podrá ser mayor de 3%. La pendiente principal de las bermas en todos los casos deberá ser menor a la pendiente natural del terreno.

**IX.1.5.4 *Programa de reforestación***

Localización geográfica

Área de trabajo

La totalidad del área afectada que fue sujeta a de cambio de uso de suelo. En ese sentido las actividades de reforestación se realizarán en la misma superficie afectada de 14.5 has

#### Objetivos

- - Restaurar áreas forestales afectadas por el desarrollo de las actividades del Proyecto, mediante la revegetación con especies nativas.
- -Restaurar los ecosistemas forestales y conservar la biodiversidad de los recursos naturales y bellezas escénicas.
- - Inducir la repoblación y reintroducción de las especies afectadas.
- - Propiciar la evolución y continuidad de los procesos naturales que ahí se desarrollaban previo a su afectación.
- - Controlar la pérdida de tierras derivada de los procesos de erosión de áreas aledañas.
- - Revertir la desertificación y los desequilibrios ecológicos causados en la zona.
- - Retener e infiltrar los escurrimientos derivados de las precipitaciones pluviales.
- - Inducir la producción de suelo.
- 

#### IX.1.5.5 **Implementación del programa de reforestación.**

Para compensar la pérdida de cubierta vegetal que será afectada por los desmontes permanentes, se implementará un programa de reforestación descrito en el Capítulo X del presente estudio. Las especies arbóreas a ser utilizadas en el proceso de reforestación son propias del tipo de vegetación presente en la zona, de acuerdo a lo mencionado en el Capítulo V de este documento. En este programa se dará especial atención, a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **Informes del cambio de uso de suelo**

A reserva de llevar un registro permanente del proceso de cambio de uso del suelo, se prepararán y documentarán los informes correspondientes atendiendo a la periodicidad que imponga la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. En estos documentos, se integrará la información correspondiente al avance en la ejecución de las actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

#### **Conclusión de los trabajos.**

La conclusión de la ejecución del cambio de uso del suelo del predio forestal a ser intervenidos por el desarrollo del proyecto de extracción de material geológico, se dará en un año en el caso de res autorizado el presente estudio.

## **X. 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.**

La importancia de la flora y fauna silvestre va ligada directamente con la conservación de la misma. Al mantener la diversidad de flora y fauna mantenemos la biodiversidad, la cual es de vital importancia para la vida en el planeta Tierra. Para esto, es necesario aplicar estrategias de manejo que están dirigidas a las áreas donde ellas habitan. El manejo es un concepto ligado a la gestión y tiene como objetivos aumentar, mantener o disminuir las poblaciones de flora y fauna para conservación o control.

### **X.1.1 Programa de rescate de flora y reforestación**

#### **X.1.2 Rescate**

##### **X.1.2.1 *Introducción***

Retomando la información del Cap. V, referente al apartado de Vegetación y flora, para la superficie del área de proyecto, el presente programa se presenta para compensar la pérdida de cubierta vegetal y los impactos causados en el suelo por el proyecto. Se implementarán medidas de mitigación y compensación mediante el rescate y reubicación, revegetación con especies herbáceas y la reforestación con especies arbóreas de la región.

Existen muchos argumentos que justifican la conservación de la vida silvestre, como son el papel de las plantas y los animales dentro del ambiente en cuanto a la regulación y equilibrio de los ecosistemas; su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad; el papel que desempeñan en la cultura o simplemente considerar el derecho a existir que tiene cualquier especie (CONABIO; 2000; Flor ,L. 1998.)

El promovente se compromete a realizar y ejecutar un programa de rescate, protección y conservación de flora silvestre, presente el área de CUSTF. Este programa también se elabora en base a los requerimientos señalados por la autoridad ambiental

##### **X.1.2.2 *Objetivos***

Se llevará a cabo el rescate de individuos de especies de flora de importancia biológica previamente definidos (Ver **Tabla X-1**). Mediante el rescate se pretende mitigar los posibles impactos ambientales adversos sobre la flora, ocasionados por las actividades de preparación del sitio, específicamente aquellos relacionados con labores de despalme y desmonte que se realizarán para el desarrollo del proyecto.

Las especies detectadas, deberán ser reubicadas en sitios semejantes al original, es decir, en condiciones similares de vegetación, suelo y agua, a fin de favorecer su óptimo desarrollo.

### X.1.2.3 **Estrategias**

Se realizarán recorridos en toda la superficie de cambio de uso de suelo con la finalidad de identificar en el sitio los individuos a rescatar o de las cuales se colectará semilla (germoplasma) o bien se identificarán los individuos para rescatar a partir de esquejes (Ver **Tabla X-1**). Durante estos recorridos se marcarán los individuos mediante cinta de color llamativo (cinta flagging) para su fácil reconocimiento. A cada individuo seleccionado se le registran sus coordenadas geográficas mediante una bitácora, para su posterior rescate o colecta de germoplasma.

Se creará un invernadero especializado para la producción de la semilla recolectada.

La remoción (extracción) y traslado de los individuos, la colecta de semilla, así como la creación del invernadero y la producción de semilla, serán actividades que realizará el promovente.

**Tabla X-1 Especies a rescatar**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Forma de rescate</b>
Familia	Acacia pennatula	Tepame	Semilla
Annonaceae	Annona longiflora	Anona	Semilla
Malpighiaceae	Bunchosia lanceolata		Semilla
Burseraceae	Bursera simaruba	mulato	Extracción, esquejes o estacas
Melastomataceae	Conostegia xalapensis		Semilla
Malvaceae	Heliocharis appendiculatus	Majahuilla	Semilla
Fabaceae	Inga eriocarpa	Vainillo, jinicuil	Semilla
Convolvulaceae	Ipomoea murucoides	Ozote	Semilla
Verbenaceae	Lippia umbellata		Semilla
Pinaceae	Pinus oocarpa	Pino, ocote	Semilla
Fagaceae	Quercus castanea	Encino, roble	Semilla
Rubiaceae	Hintonia latiflora	Campanillo	Semilla

### X.1.2.4 **Alcances**

Mantener y conservar las poblaciones de especies de plantas

Extraer, generar, reproducir y replantar los ejemplares que se encuentren dentro de las áreas a desmontar por efecto del desarrollo del proyecto: específicamente nos referimos a las especies que se encuentran definidas para este fin,

Garantizar una sobrevivencia de al menos el 80% de los ejemplares rescatados, al seleccionar los sitios adecuados para su establecimiento y efectuar adecuadamente las actividades de mantenimiento.

Utilizar estos ejemplares para incrementar la cobertura vegetal a fin de que el valor de cobertura de la vegetación, en el rango de cobertura de 75 a 100.

#### X.1.2.5 **Rescate de esquejes o estacas.**

Para los ejemplares de árboles para los cuales se rescatarán estacas (en este caso solo *Bursera simaruba*) para su reproducción, el proceso se inicia a partir de plantas en reposo. Preferentemente el rescate será de árboles, para obtener estacas de buen tamaño, el máximo manejable será de 2.40 m. El procedimiento para el rescate será el siguiente:

- Se identifican los árboles donadores.
- Se eligen las estacas más rectas y con grosores mínimos de 5 cm y máximos de hasta 15 cm y con longitudes desde 1.20 m hasta 2.40 m para facilitar su manejo.
- El podador sube el árbol con ayuda de cuerdas y con su equipo de seguridad.
- Coloca una cuerda de al menos 3/8" x 20 m, para apoyo de la bajada de las ramas en la horqueta más alta del árbol o al menos, más alta que la rama a rescatar.
- El podador maneja el cabo de bajada.
- Los ayudantes bajadores, el cabo de maniobra: trincando este mediante una o dos vueltas al tronco del árbol para hacer palanca y facilitar la bajada de ramas pesadas.
- El podador amarra la rama a rescatar con el cabo de bajada, mediante un nudo de ballestrinque o de marrano. El amarre debe quedar por debajo del tercio superior.
- Los bajadores trincan la cuerda para evitar caída de la rama y evitar golpes al podador por la rama.
- Con un serrucho de podar, el podador realiza un primer corte, de no más de dos centímetros de profundidad en el frente de la rama (para evitar desgaje de la rama) y un corte definitivo de 45° direccionado hacia la caída.
- Terminado el corte la rama será bajada con cuidado mediante la cuerda polea.
- Para ramas de tallas pequeñas, se cortan con serrucho podar en un ángulo de 45° y se bajan con cuidado con ayudada de una cuerda de bajada o volándolas a los bajadores.
- Los bajadores podan la parte superior de la rama en un corte recto y aplican en ese corte y en el inferior sellador "Arbosan" o similar.
- Cuando la estaca se plante de inmediato, se evitará aplicar sellador en el corte inferior.
- Las ramas se almacenan horizontalmente, a la sombra y en un lugar de resguardo temporal, lo más cercano posible al área de medidas.
- Si el plazo de plantación es muy prolongado las estacas pequeñas se llevarán al vivero y ahí se plantarán en bolsas de 25x35 para propiciar su desarrollo y enraizamiento.
- El resto deben ser plantadas apenas cicatricen.

### **X.1.3 Revegetación y reforestación**

#### **X.1.3.1 Revegetación**

La vegetación puede jugar un papel importante en el control de procesos y como elemento de conservación del suelo, por la influencia que ejerce en él, tanto en superficie, protegiendo y sujetando el suelo, como en profundidad, al incrementar la resistencia y la cohesión de los terrenos. Además, tiene una influencia significativa en el nivel de humedad y su capacidad de retención del agua.

Con relación a lo anterior se mencionan a continuación algunos de los efectos de la vegetación en el suelo como es la intercepción de la precipitación y retención de una proporción del volumen de agua de precipitación recibida. Parte de la precipitación interceptada se almacena en hojas y tallos, desde donde se regresa a la atmósfera por evaporación. De este fenómeno de intercepción se derivan interesantes consecuencias para la conservación y protección del suelo: se reduce el volumen de precipitación que alcanza la superficie del terreno, y, por tanto, la cantidad de agua capaz de provocar remoción y movilización del suelo, disminuye la intensidad de la precipitación, se evita el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo y se disipa la energía erosiva al frenar su caída. En función a lo descrito anteriormente se expone el siguiente programa de revegetación.

Se deberá de reincorporar el material de despalme con la cubierta vegetal composteada, además deberá haber sido enriquecido y adicionado con abonos orgánicos a fin de establecer una cama de siembra en las terrazas y bancales, que favorezca el establecimiento de la cubierta vegetal, aplicando posteriormente un subsoleo a 80 cm de profundidad y en forma de cruz para favorecer la infiltración.

Se deberá de aplicar una revegetación en las obras de conservación de agua y suelo a fin de disminuir los procesos erosivos para lo cual se recomienda la especie de gramínea Rhodes (*Chloris gayana*), a razón 7 kg por ha de semilla pura (aplicación al voleo). Para su siembra deberá prepararse una cama de siembra fina, evitando los terrones grandes, el suelo no deberá tener menos del 2% de materia orgánica. Será necesario para preparar la cama de siembra reincorporar el material de despalme en una capa sensiblemente homogénea, proponiendo, además, la incorporación al suelo de 2 ton/ha de composta o algún abono orgánico mezclándose con el suelo de despalme. Esta práctica deberá realizarse cuando menos dos meses antes del temporal de lluvias.

#### **X.1.3.2 Reforestación**

El Programa de Reforestación para la superficie del proyecto, incluye todas aquellas acciones que permitirán cumplir con las medidas preventivas y de mitigación propuestas, y que evitarán o reducirán el impacto sobre el factor vegetación y suelo. Estas acciones serán principalmente la descompactación de la superficie a reforestar, la revegetación con especies herbáceas, la reforestación con especies arbóreas, su aplicación al inicio de la

temporada de lluvias, el seguimiento y trabajos de mantenimiento de esta cubierta vegetal. Así mismo se señalan las técnicas y métodos a emplear, los materiales y los recursos humanos que serán empleados.

Se establecerán indicadores que brindarán información acerca de la eficacia de la aplicación de este programa en caso de desviaciones para alcanzar los objetivos planteados.

Las actividades de reforestación tienen por objetivo volver a las zonas impactadas a las condiciones de hábitat lo más parecidas a las originales o en su caso mejorarlas.

#### X.1.3.3 ***Colecta de germoplasma***

Con base en la fenología de cada una de las especies propuestas (Ver Tabla X-2), se colectarán los frutos más vigorosos para tal fin y necesarios para la propagación, esta actividad tiene como objetivo principal extraer el germoplasma. Este material se almacenará con las medidas preventivas requeridas para evitar que sea vulnerable a cualquier plaga o enfermedad y sea viable hasta que sea requerido para su establecimiento en vivero.

#### X.1.3.4 ***Producción de plantas***

La producción de plantas en vivero se planifica para que cuenten con la talla adecuada para su posterior reforestación, después de esto se pueden presentar crecimientos por arriba de lo planeado en la raíz, lo cual obliga a podarlas para evitar su crecimiento en espiral y darles mayor movimiento en el vivero; en muchas ocasiones la poda de la raíz afecta fuertemente el vigor de las plantas, tardando algunas semanas para recuperarse o incluso no lograr el crecimiento.

#### X.1.3.5 ***Preparación del terreno***

Se deberán identificar las características negativas que más puedan influir en el establecimiento de las plantas, tales como: suelos compactos, pedregosidad, malezas y deficiencias nutricionales; para que se lleven a cabo las actividades de ripeo, colocación del suelo orgánico en cada una de las áreas a restaurar tanto permanentes y temporales, para facilitar las actividades de reforestación y revegetación.

#### X.1.3.6 ***Cuantificación de la plantación***

Para la cuantificación de las plantas a emplear en la reforestación, se aplicarán los criterios mínimos de la CONAFOR. Las distancias entre plantas, hileras y densidades empleadas, para cada uno de los sitios y dentro de estos, hacer la distribución adecuada de las especies, tomando en cuenta el crecimiento y desarrollo de cada una de las especies a utilizar, de tal manera que se asegure la recuperación de las áreas perturbadas y el éxito de la reforestación.

**X.1.3.7 Trazo y densidad de la plantación**

Se realizará el trazo topográfico para la plantación en cada una de las áreas a reforestar. Si bien la densidad de la plantación se determina con base al espacio entre planta y entre hilera, considerando principalmente en la distribución de las especies el desarrollo de cada una de las especies a utilizar y a su sistema de plantación, para todos se debe considerar una densidad mínima de 625 plantas/ha (DOF, 2014) para la cual previendo una pérdida estimada del 20 % se plantarán en cada hectárea hasta 800 plantas. La cantidad de individuos a reforestar surge de que la superficie de afectación corresponde a 0.565 ha, mismas que serán reforestadas en sitios más próximos. Considerando que se trata de un proceso de restauración de sitios afectados y completamente desprovistos de cubierta vegetal. Esta densidad mínima corresponde y es aplicable a plantas de más de 60 cm de alto, por lo cual **deberá ajustarse** ante cualquier diferencia en talla, calidad o especies utilizadas. Se hará lo posible por no utilizar plantas de menor talla, pues su éxito de sobrevivencia es muy bajo y solo se puede incrementar a un costo no aceptable. Se tomarán las medidas necesarias para garantizar se alcance el 80% de sobrevivencia de la plantación.

**X.1.3.8 Especies a emplear en la reforestación de las áreas a ser restauradas.**

En las áreas proyectadas para la reforestación se hará en línea, a una distancia de 5 m entre individuos, colocando hasta 800 individuos por hectárea, en una proporción de individuos conforme a una densidad natural de las especies. Las especies propuestas para llevar a cabo la reforestación son elementos nativos de la región y que crecen en sitios similares y próximos al área del proyecto (Ver Tabla X-2).

**Tabla X-2 Especies propuestas para aplicar en la reforestación**

Familia	Especie	Nombre común	Forma de propagación	Abundancia	% individuos para reforestación/Ha
Fabaceae	Acacia pennatula	Tepame	Semilla	61	312.32
Annonaceae	Annona longiflora	Anona	Semilla	2	10.24
Malpighiaceae	Bunchosia lanceolata		Semilla	2	10.24
Burseraceae	Bursera simaruba	mulato	Extracción, esquejes	3	15.36
Melastomataceae	Conostegia xalapensis		Semilla	5	25.6
Malvaceae	Heliocharpus appendiculatus	Majahuilla	Semilla	13	66.56
Fabaceae	Inga eriocarpa	Vainillo, jinicuil	Semilla	6	30.72
Convolvulaceae	Ipomoea murucoides	Ozote	Semilla	27	138.24
Verbenaceae	Lippia umbellata		Semilla	21	107.52
Pinaceae	Pinus oocarpa	Pino, ocote	Semilla	5	25.6
Fagaceae	Quercus castanea	Encino, roble	Semilla	7	35.84
Rubiaceae	Hintonia latiflora	Campanillo	Semilla	6	30.72

#### X.1.3.9 **Método de plantación**

Diseño y tratamiento de la cepa: Se marcará donde se abrirá la cepa de acuerdo con las medidas siguientes: se perforarán las cepas a una profundidad aproximada de 60 cm y una anchura aproximada de 40 cm.

El material procedente de tales cepas será enriquecido con abonos orgánicos en una proporción de 3:1; parte de esta mezcla será colocada en el fondo de la cepa y sobre ella se colocará la planta, retirando previamente la bolsa de plástico que la contiene. El resto de la mezcla de suelo-abono orgánico se emplea para terminar de llenar la cepa con la planta. El cajete se formará con la tierra de la cepa sobrante, formando un círculo de aproximadamente 1 m de diámetro.

#### X.1.3.10 **Época de restauración y/o rehabilitación.**

Se realizarán los trabajos de restauración, rehabilitación y principalmente la reforestación de las áreas afectadas por la construcción de la infraestructura, al inicio de la temporada de lluvias, ocurre entre los meses de junio y septiembre, para que pueda tener la humedad adecuada durante su establecimiento. Esto es, la plantación realizada deberá tener garantizada el suministro de agua durante, al menos tres meses de humedad, un periodo similar al de la temporada de lluvias.

El trasplante se realizará una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias.

#### X.1.3.11 **Apertura de cepas.**

La apertura de cepas para colocar los individuos, se realiza dos semanas antes de efectuar la plantación. Ejecutada con herramienta manual y/o mecánica respetando el trazo y en tamaños de acuerdo al sistema de reproducción de plantas. Se abren cepas de 40 cm de profundidad y un diámetro de 40 cm, considerando la altura de la planta, la dimensión del cepellón, así como el área de cajete o en su caso la terraza individual de acuerdo a la dimensión de la planta.

#### X.1.3.12 **Selección y transporte de árboles.**

Las plantas a establecer, serán producidas en el vivero que para efectos del proyecto se construye en el sitio de obras, una vez que las plantas producidas en el mismo alcanzan la talla adecuada y son requeridas, son trasladadas a los frentes de trabajo en donde deberán establecerse. En su caso podrán ser adquiridas en viveros comerciales.

Se utilizarán plantas desarrolladas, en bolsa individual, con altura mínima de 60 cm, vigorosas, con ausencia de plagas, sin afectaciones mecánicas en tallo y follaje y libre de enfermedades, estas se trasladan a las áreas

a reforestar preferentemente en vehículo cubierto con una lona, tomando las medidas necesarias para evitar pérdidas o afectaciones de organismos por mal manejo.

#### X.1.3.13 **Plantación de arbolitos.**

Se iniciarán las plantaciones de acuerdo a la fecha del proyecto ejecutivo, el temporal de lluvias y en relación al calendario. Las acciones comprendidas y que se deberán verificar, son: densidad de plantación, distribución y colocación de la planta en las cepas, rellenado y compactación de la tierra, acondicionamiento de cajete o terraza individual según la pendiente presente en el sitio. (Ver Figura X-1).

Cuando la planta se trasplanta en una cepa, la forma de rellenarla es la siguiente:

- Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o, cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón.
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarse con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.

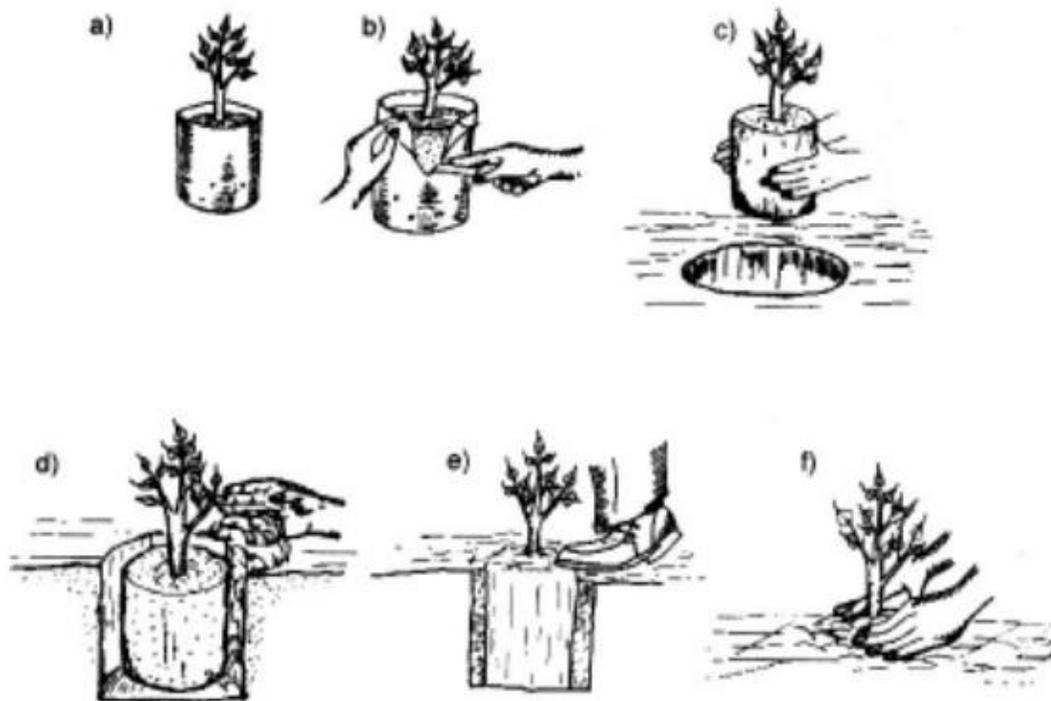


Figura X-1 Diagrama de plantación. a) planta en bolsa; b) retiro de bolsa; c) introducción de planta en cepa; d) Rellenado de la cepa (corte lateral); e) y f) apisonado del suelo

La tierra fina que cubre el sistema radicular es presionada con la mano, mientras que el relleno total del hoyo es compactado mediante el pisoteo.

Cuando la planta tiene cepellón, lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante correcta y que por todos lados exista buen contacto con el suelo.

Por ningún motivo se debe dejar el contenedor o envase (plástico). La mala costumbre de no retirar la bolsa de polietileno, muchas veces justificada con el ahorro de tiempo, conduce a deformaciones radiculares irreversibles. Esa práctica ocasiona graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación.

#### X.1.3.14 **Medidas de seguimiento posteriores a la plantación**

Al término de la reforestación se deben seguir proporcionando cuidados a dichas actividades hasta asegurar que las plantas se encuentren bien establecidas y muestren un crecimiento adecuado al esperado. Cabe mencionar que el seguimiento a estas medidas se llevará a cabo durante el periodo de aplicación del programa de reforestación. Al momento de la conclusión de que se lleve a cabo cada reforestación, se le deben de seguir proporcionando cuidados a la plantación, hasta que esta se encuentre bien establecida y muestre un crecimiento dentro de lo esperado, por lo tanto, es importante realizar:

#### X.1.3.15 **Deshierbe**

Mediante esta actividad se debe eliminar la competencia que se establece principalmente entre las malezas por luz, agua y nutrientes. En muchos casos esta es la causa por la que las plantas presentan crecimientos deficientes. Esta actividad debe realizarse con continuidad principalmente en la época de lluvias. Esta actividad se debe de prolongar por el tiempo que dure el Programa de reforestación, sin embargo, los deshierbes deben dejarse de practicar hasta que el tamaño de la planta sea suficiente para librar la competencia por luz. Una práctica que es muy recomendable y que, a mediano plazo, puede evitar seguir realizando los deshierbes es depositar la materia vegetal producida en esta práctica en la base de la planta, con esto se fomenta una cubierta densa que impide el crecimiento de las malezas, además, proporciona nutrientes a la planta y capta humedad.

#### X.1.3.16 **Mantenimiento y protección**

Una vez ejecutada la plantación, se programarán aplicaciones de fertilizantes, enraizadores y promotores de crecimiento, al suelo y/o follaje.

#### X.1.3.17 **Control de plagas y enfermedades**

Se realizarán visitas periódicas para verificar las actividades de mantenimiento y protección, prevención de incendios forestales; así como detectar agentes nocivos como: Insectos, nemátodos, roedores o enfermedades fungosas.

Una vez identificado el tipo de plaga, se evaluará el porcentaje de infestación y se aplicará el tratamiento más adecuado para su control.

#### X.1.3.18 **Podas controladas**

Se ejecutarán podas controladas en las áreas reforestadas y revegetadas, de forma escalonada a fin de no afectar el desarrollo de ninguna de las especies plantadas. No se descarta el aclareo y eliminación de individuos con deficiente crecimiento y falta de adaptación o reprimidos, cuando esto interfiera con el desarrollo sano de la plantación.

#### X.1.3.19 **Prevención de incendios**

Se diseñarán e implementarán brechas cortafuego, al inicio de la época de estiaje y en las partes críticas de las áreas con el fin de evitar, que el fuego invada las áreas que fueron reforestadas. Durante esta época deben realizarse supervisiones semanales y las brechas cortafuego mantenerse limpias.

#### X.1.3.20 **Evaluación de la restauración y/o rehabilitación.**

Se realizarán recorridos periódicos de verificación con el fin de evaluar el sitio y registrar el comportamiento, de la restauración, así como de las plantaciones (sobrevivencia, altura y cobertura), el establecimiento de las herbáceas y las arbustivas, utilizando el método de campo y estadístico más adecuado. Estos registros se toman una vez terminada la plantación y posteriormente cada año por el tiempo que marque el proyecto de restauración.

#### X.1.3.21 **Seguimiento de la plantación.**

Con el fin de garantizar el éxito de la reforestación, se realizarán las siguientes actividades: visitas de evaluación, sustitución de plantas muertas, vivas, limpieza, eliminación de plagas, superficie cubierta a través de las herbáceas y arbustivas entre otras actividades que permitan que la restauración desarrolle de manera adecuada.

Al término del trasplante se deben de seguir proporcionando cuidados a la plantación, hasta que esta se encuentre bien establecida y muestre un crecimiento dentro de lo esperado.

El mantenimiento de la plantación y todas las actividades asociadas a ésta en ningún caso, será menor a un año posterior a ejecutados los trabajos.

#### X.1.3.22 **Probabilidad de éxito:**

Esta medida es técnica y económicamente factible y se tienen muchos casos de éxito en los proyectos desarrollados. La sencillez y economía de las medidas es una garantía para su ejecución y si a esta se asocia una supervisión efectiva para garantizar su buena ejecución y su posterior mantenimiento, el beneficio sobre el terreno queda garantizado.

X.1.3.23 **Vivero****Sitio de acopio y para reproducción de las especies a partir de semillas (vivero)**

La producción de plantas a partir de semillas es un trabajo muy importante, ya que, asegura la permanencia de las especies y albergarlas y preparan para su posterior reforestación una vez establecidas las condiciones climáticas favorables para su replante.

X.1.3.24 **Selección del sitio**

En la selección del sitio se usaron criterios que favorecieran la disponibilidad y el acceso a recursos para su operación, la adecuada comunicación para el traslado de la planta e insumos y su topografía, así como la tenencia de la tierra y disposición de sus propietarios o poseionarios, para ello se consideraron los siguientes puntos:

Relieve del terreno.

Cercanía con el sitio de plantación.

El Acuerdo previo y bien informado con la comunidad y poseionario

Cercanía a las aéreas de colecta de germoplasma

Cercanía con el proyecto

Disponibilidad de agua

X.1.3.25 **Acceso con cualquier tipo de vehículo al sitio todo el año.**

Dichos factores facilitarán tanto el suministro de todo el material, herramienta y equipo necesario para la producción de planta, así como en transporte de la planta a los sitios requeridos, esto permitirá contar con la producción de planta en cantidad y calidad requerida, en tiempo y forma establecido para la producción de las mismas.

La reforestación será llevada a cabo conforme se lleve a cabo la operación del proyecto. Se reforestará con un total de hasta 800 individuos de algunas de las especies registradas en los muestreos realizados en el Sistema ambiental y que de acuerdo con los datos obtenidos del Índice de Valor de Importancia biológica representan el grueso de la comunidad vegetal. Dicha compensación se realizará con las mismas especies a afectar, por lo que se espera que conforme crezcan dichos individuos se superará en gran medida la cobertura existente actualmente

X.1.3.26 **Localización geográfica del sitio de compensación (por reforestación).**

Las actividades que tienen que ver con la reforestación se realizarán en predios del ejido, de uso común, directamente en la superficie donde se pretende realizar el proyecto. El rescate de germoplasma (en el Sistema

ambiental) se realizará previo al inicio del proyecto, mientras que las que tienen que ver con la reforestación se llevarán a cabo durante la etapa de operación, por otro lado una vez que concluya el proyecto, ya en la etapa de abandono continuarán las acciones de reforestación, cabe mencionar que dicha superficie presenta un elevado grado de disturbio además de que dominan los elementos de vegetación secundaria, hechos que motivaron proponer a tal área para llevar a cabo estas medidas de mitigación (Ver Figura X-2).



Figura X-2 Superficie de aplicación de la reforestación (polígono en verde).

Tabla 3 Coordenadas del predio de reforestación

ID	X	Y
1	413288.63	2593529.14
2	413300.77	2593467.56
3	413198.80	2593473.02
4	413188.81	2593528.02

X.1.3.27 **Programa de las actividades y acciones a desarrollar**

Las acciones de la reforestación se llevarán a cabo durante la etapa de operación.

X.1.3.28 **Cronograma de actividades**

El programa estará acotado a la disponibilidad de las áreas de afectación temporal, que se vayan desocupando, misma que deberán ser restauradas conforme a las actividades anteriormente descritas (Ver Tabla X-4).

Tabla X-4 Programación de las actividades

Actividad	Año	1												2											
	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Reconocimiento de las superficies a reforestar		■	■	■	■																				
Preparación de las superficies a reforestar					■	■	■	■	■																
Acciones de revegetación con especies arbustivas y herbáceas						■	■	■	■	■	■														
Colecta de germoplasma				■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Construcción del vivero		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
Trabajos de descompactación para estimular del crecimiento de los estratos arbustivo y herbáceo			■	■	■	■																			
Acciones de reforestación							■	■	■	■								■	■	■	■		■	■	
Aplicación de riegos auxiliares													■	■	■	■	■	■	■	■					
Supervisión de programa		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplicación de acciones correctivas																		■	■	■	■	■	■	■	■

#### X.1.3.29 **Evaluación de la reforestación (indicadores)**

La evaluación del presente programa de reforestación se realizará periódicamente, con el fin de conocer el éxito de las actividades llevadas a cabo. Con base al resultado de estas evaluaciones, se determina la necesidad de reponer plantas a partir de los excedentes producidos en el vivero. Para evaluar la correcta aplicación de este programa será fundamental la supervivencia del 80% los individuos reforestados. Se llevarán informes de avances y actividades.

Se realizarán informes cada semestre sobre los avances de las actividades del programa de reforestación.

#### X.1.3.30 **Conclusión**

Con las acciones del programa de reforestación de flora, se mitigará el impacto que directamente genera el proyecto en una superficie con vegetación, por lo tanto y aunque en la superficie donde se pretende instalar el proyecto presenta un fuerte disturbio, con la aplicación de las medidas de mitigación y compensación aquí expuestas, se prevé revertir las afectaciones que se pudieran generar con la implementación de tal proyecto. Por lo antes dicho se concluye que las especies permanezcan en la región y que su distribución y niveles de importancia ecológica garantizan su permanencia como especie dentro de las comunidades que resultarían intervenidas por el actual proyecto.

#### X.1.4 **Bibliografía**

Arriaga V., V., Cervantes y A., Vargas. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: Colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL, Instituto Nacional de Ecología y UNAM. México, D.F.

Diario Oficial de la Federación. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Diario Oficial de la Federación. 2000. Ley General de Vida Silvestre

Diario Oficial de la Federación. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Diario Oficial de la Federación. 2010. 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. 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación. 2012. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México. *Biótica*, Vol 7 (p) 151-161.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México* 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

## FAUNA

Ecológicamente, la fauna silvestre es un factor importante para mantener el equilibrio en los ecosistemas, al ser polinizadores, dispersores de semillas y reguladores de poblaciones. Por tales razones, resulta indispensable realizar actividades para la protección de la fauna del área donde se desarrollará el proyecto.

Lo antes dicho destaca la importancia de la planeación y ejecución del programa de rescate de fauna.

El programa de rescate de fauna incluye actividades para las etapas de preparación y construcción del proyecto, el cual tiene un enfoque preventivo y busca minimizar el número de especies e individuos que pudieran ser afectados por la remoción de vegetación. Para tales fines el programa de rescate se divide en dos fases: *Fase previa* y *Fase de Rescate*, los cuales se desprenden en el siguiente diagrama de flujo (Figura X-3. ).

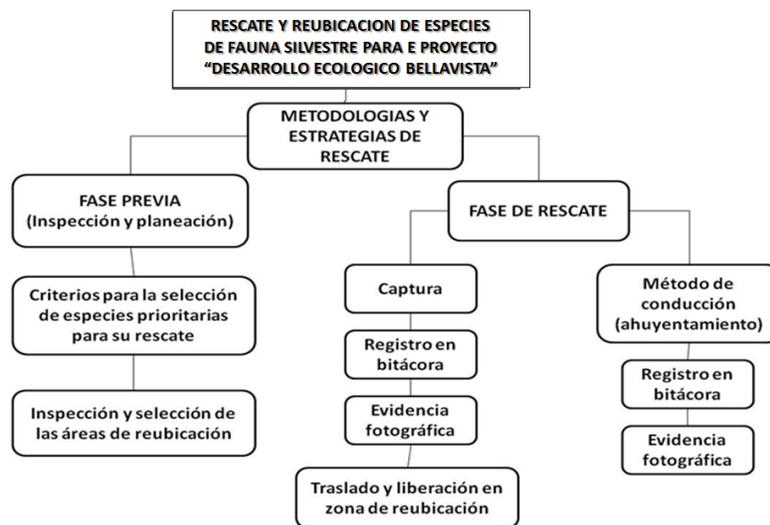


Figura X-3. Diagrama de flujo que muestra las generalidades del Programa de Rescate de fauna.

### FASE PREVIA

- Esta fase consiste en la inspección y planeación del programa de rescate.
- Criterios para la selección de especies prioritarias para el rescate y la inspección y selección de las áreas de reubicación.
- Criterios a considerar para la selección de especies prioritarias para el rescate.
- Las actividades de rescate y reubicación de la fauna serán de acuerdo a los siguientes dos criterios:
- Especies de lento desplazamiento. La selección se basa en la capacidad de huida. Esta capacidad es mucho mayor en el caso de las aves y los mamíferos de talla grande (ej. mapaches, venados y felinos), ya que son capaces de mayores desplazamientos. En el caso de los mamíferos pequeños (ej.

roedores, crías y juveniles), anfibios y reptiles, sus desplazamientos son lentos y pueden ser alcanzados rápidamente por las maquinas durante la etapa de preparación y construcción del proyecto.

- Especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Debido a su estado crítico, estas especies serán objeto de mayor atención durante las acciones de rescate.
- Especies endémicas de México. Debido a su distribución restringida y por ser elementos importantes y únicos en la biodiversidad a escala nacional e internacional.

## FASE DE RESCATE

A continuación se detallan los elementos y estrategias metodológicas diseñadas para el rescate de la fauna en la zona de trabajo:

Metodologías y estrategias de actividades de rescate

El rescate de fauna diseñado para el proyecto, es un proceso que se desarrollará de dos formas; con métodos de conducción o ahuyentamiento y el rescate propiamente dicho (captura, transporte y liberación en áreas de reubicación), y en dos etapas: durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.

**Métodos de conducción o ahuyentamiento:** Esta técnica consiste en ahuyentar o provocar a los animales para correr o volar, y conducir su huida a un área distinta. Otra alternativa es la perturbación de áreas con vegetación y la inducción a la migración. El objetivo principal de estas actividades es la expulsión de la fauna de las zonas que cubriría el proyecto y su desplazamiento hacia áreas en donde puedan establecerse definitivamente.

En el momento que se lleva a cabo la remoción de especies de plantas (rescate de flora), los animales se desplazan en busca de las condiciones habituales, así mismo, los movimientos, vibraciones y ruidos harán que salgan de sus refugios.

El ahuyentamiento se efectúa por intervención directa sobre los hábitats, mediante la producción de ruidos, remoción de la biomasa existente, e intervención controlada en sitios de refugio con ruido, luz y humo. De esta forma la fauna sale de sus refugios y se dirige a otros sitios.

La remoción selectiva de biomasa, consiste en la búsqueda de los posibles refugios de la fauna (árboles huecos, troncos caídos, rocas, hojarasca, cavidades, etc.) y la vegetación que hace parte de la alimentación, de acuerdo con lo que reporta la literatura y a las observaciones hechas por los pobladores de la zona. Lo que se busca con esta estrategia, es remover la vegetación que crea un ambiente propicio para albergar fauna, así como destruir madrigueras y comederos, con el fin de provocar su desplazamiento de la zona.

Igualmente, esta actividad evita al máximo la manipulación de animales, logrando minimizar los niveles de tensión y el riesgo de accidentes, tanto de los animales como del personal.

**Rescate (captura, transporte y liberación de fauna):** Consiste en la captura de los individuos por métodos como trapeo, manual y su reclusión en jaulas de acuerdo con el tamaño del animal para su posterior liberación. Esta acción, se aplica en los casos de animales atrapados o de poca movilidad y en todos los casos posibles la liberación de los mismos se realiza de manera inmediata.

La captura de individuos permite el registro y evidencia fotográfica de cada rescate así como para la toma de datos útiles para la correcta identificación, con principal énfasis en las especies más importantes a rescatar (lento desplazamiento, NOM-059-SEMARNAT–2010 y endémicas) y registrando el sitio donde se encontraron y los sitios a los cuales se liberarán.

### herpetofauna

#### Captura directa

Para la captura de adultos y larvas de anfibios resulta útil una red con cabo de madera o metal. Las colectas nocturnas de ranas y sapos son muy productivas, se pueden capturar levantando troncos podridos, rocas y removiendo hojarasca acumulada en el suelo, capturando los ejemplares con la mano.

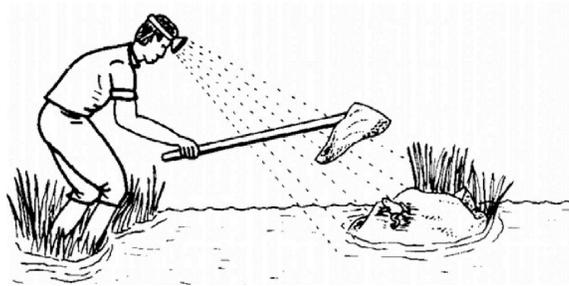


Figura X-4. Colecta nocturna de ranas y sapos (tomado de Casas-Andreu et al. en Gallina y López, 2011)

Muchas especies de reptiles pueden atraparse manualmente al buscarlas en su ambiente, por ejemplo debajo de rocas, hojarasca, troncos y otros objetos en los que se pueden esconder. Es recomendable usar guantes de cuero al buscar reptiles o revisar trampas, especialmente cuando hay riesgo de encontrar serpientes venenosas.

El uso de una lazada de cuerda delgada sujeta al extremo de una vara o de una caña de pescar es una técnica efectiva para atrapar por el cuello a lagartijas de diversos tamaños y de comportamiento huidizo cuando se posan momentáneamente en lugares al alcance de una persona (Ver Figura X-5).

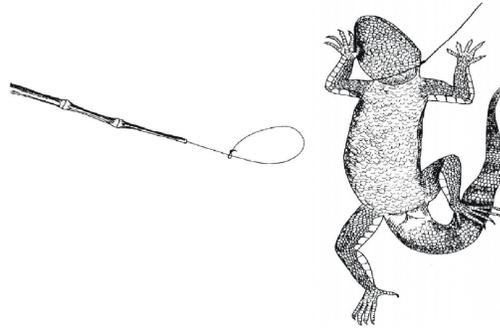


Figura X-5. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson, 1990 en Gallina y López, 2011)

Los ganchos o bastones herpetológicos (Ver Figura X-6) son de gran ayuda para la captura de reptiles ya que, al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturar. Las lagartijas también se pueden capturar por medio de ligas de hule gruesas, lanzándolas al estirarlas con un dedo y orientadas hacia el individuo, de manera que al golpearlo produzcan una inmovilización temporal que permite atraparlo.

Las serpientes venenosas y culebras serán capturadas inmovilizando su cabeza, con ayuda de un gancho herpetológico, aunque la mayoría de las capturas pueden realizarse manualmente, se recomienda utilizar ganchos y guantes para reducir el peligro y evitar accidentes.



Figura X-6. Herramienta para el manejo y manipulación de serpientes.

## MASTOFAUNA

Debido a su tamaño corporal se les considera de lento desplazamiento a los mamíferos pequeños (ej. roedores).

Para la captura de este grupo se utilizarán los siguientes tipos de trampas:

- Trampas Sherman. Se utilizan para capturar al animal sin lastimarlo, son rectangulares, con entradas en uno o ambos extremos, o en la parte superior. Dentro de la trampa se encuentra una plataforma que al ser presionada por el peso del animal, activa el dispositivo que cierra las entradas (Figura 7).

Las trampas tipo Sherman serán colocadas en cuadrantes de 40x30 m cubriendo una superficie de 1,200 m<sup>2</sup> en diferentes sitios donde se contemple realizar el desmonte y despalme en el área de influencia donde se pretende levantar la cortina; con 10 m de distancia entre cada trampa, colocándolas a un costado de madrigueras ya sea en el suelo, árboles o troncos huecos (Ver Figura X-7).

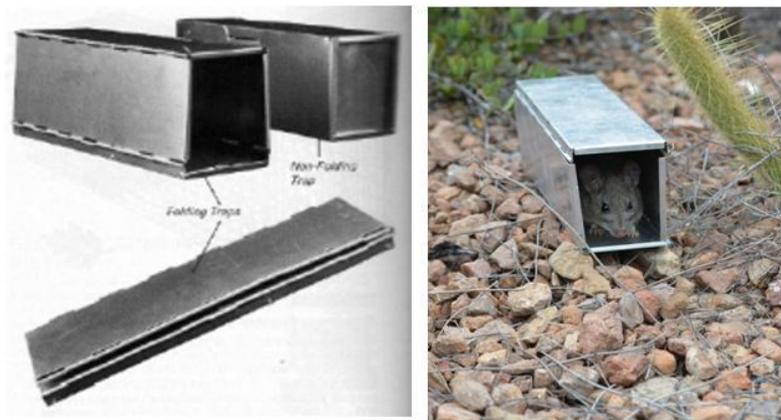


Figura X-7. Trampas tipo Sherman para la captura de roedores y otros mamíferos pequeños.

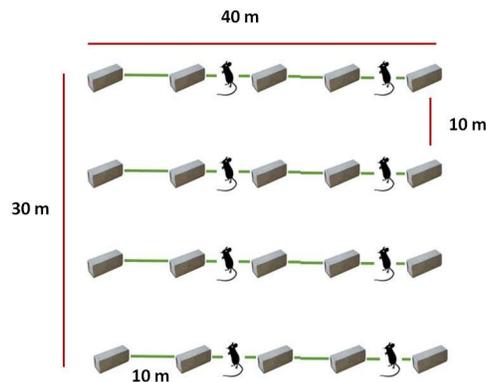


Figura X-8. Arreglo de trampas tipo Sherman para la captura de roedores y otros mamíferos pequeños.

Como cebo se utilizará avena impregnada con vainilla. Las trampas se revisarán diariamente al amanecer. Una vez capturados se colocarán en bolsas de manta. Posteriormente se identificará la especie por medio de guías de campo para así finalmente, ser llevadas al sitio de liberación previamente elegido.



Figura X-9. Bolsas de manta para la manipulación y transporte de roedores y otros mamíferos pequeños.

Para la captura de mamíferos medianos, pueden utilizarse trampas tipo Tomahawk o Gatoneras.



Figura X-10. Trampas tipo Tomahawk o Gatoner para la captura de mamíferos medianos.

Para las especies carnívoras y omnívoras se utilizará como atrayentes: sardina, alimento para gatos (whiskas), fruta y/o esencias aromáticas como vainilla (Jones *et al.* 1996). Las trampas se colocarán entre la vegetación y serán cubiertas con hojarasca o ramas. Debido a que en general los rangos hogareños de los carnívoros son grandes se recomienda colocar las trampas con una separación de entre 100 y 150 m entre cada una.

Para todos los grupos, en caso de llegar a encontrar crías o individuos lesionados, éstos serán evaluados por un veterinario y deberán mantenerse en cautiverio hasta que se recuperen o sean capaces de valerse por sí mismos, posteriormente serán liberados. El traslado de los animales será efectuado lo más rápido posible.

Se recomienda reducir al máximo cualquier estímulo adicional que pueda alterar aun más a los organismos manejados. Por lo tanto, se cubrirá la caja transportadora con una manta y evitar exponerlos a ruidos fuertes.

En el caso específico de los Quirópteros (murciélagos), las medidas de rescate a considerar consistirán en el desalojo de su zona de refugio como cuevas y árboles que utilizan como percha y posteriormente proceder a la oclusión de la oquedad. El desalojo consistirá en la introducción con luz artificial o humo durante el día para ahuyentar manualmente todo quiróptero que se pudiera refugiar allí para luego cerrar con malla sombra la entrada y así evitar nuevamente su ingreso.

### AVES

Debido a su capacidad de vuelo, y debido a que la temporada de reproductiva de la gran mayoría de las aves ocurre en los meses de primavera; los trabajos de preparación y construcción del proyecto, no representan un riesgo sumamente alto para este grupo faunístico ya que se llevarán a cabo durante la temporada no reproductiva. Se advierte que por esa razón los individuos volarán a otras zonas de la región evitando el ruido de los trabajos cuando empiecen a construir la cortina y sus áreas de influencia; así mismo se estima que huyan de la zona a afectar por las actividades inherentes al rescate de los otros grupos faunísticos que se consideran en el programa previos a la etapa de construcción.

En caso de coincidir la época de anidación de alguna especie con la etapa de preparación y construcción del proyecto se procederá a realizar vigilancia para identificar áreas de anidación. Se recomienda la destrucción de nidos no ocupados por polluelos o huevos, sin embargo al percatarse de la existencia de huevos o polluelos los nidos se deberán trasladar a una zona muy cercana que no sea afectada por el proyecto, el nido se traslada en la misma rama que lo sostenga y se amarra en un árbol cercano al sitio de rescate en donde los progenitores puedan detectarlos.

Tabla X-5 Técnicas de captura utilizadas para el rescate de fauna.

Grupo faunístico	Método de captura o trampeo	Material para captura	Depósito de individuos para su traslado	Actividades de colecta o captura
Anfibios	Captura utilizando redes de mano y de forma manual levantando troncos,	Redes de mango y redes acuáticas	Recipientes mascoterías de plástico translúcido y/o bolsas de manta	A diario (2 semanas por mes) en sitios húmedos o en el trayecto de

	rocas y removiendo hojarasca			caminos
Reptiles (lagartijas)	-Método de liga, de forma manual, levantando troncos, rocas y removiendo hojarasca -Captura de caña y lazo	-Liga gruesa, lazos, guantes.  -Poste largo (caña) con cuerda en forma de asa	Recipientes mascoterías de plástico traslucido y/o bolsas de manta	A diario (2 semanas por mes)
Reptiles (serpientes)	Inmovilización y contención	Ganchos y pinzas herpetológicas	Costales de manta, cajas o botes	A diario (2 semanas por mes)
Reptiles (tortugas)	Captura manual levantando troncos, rocas y removiendo hojarasca	Manual	Recipientes mascoterías de plástico traslucido	A diario (2 semanas por mes) en los sitios húmedos o en el trayecto de caminos
Mamíferos pequeños	Trampas Sherman sobre cuadrantes de 40x30 m	Trampas tipo Sherman	Costales de manta	A diario (2 semanas por mes)
Mamíferos de talla mediana	Trampas sobre transectos	Trampas tipo Gatón	Gatón	A diario (2 semanas por mes)

### Transporte De La Fauna Rescatada

Las jaulas y el embarque de animales es una actividad crítica y riesgosa, tanto para el ejemplar como para el personal, por lo que podrán seguirse los lineamientos internacionales IATA. Estas normas han sido adoptadas por la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES) como si los animales fueran a ser transportados por vía aérea o marítima por largos periodos de tiempo, con la finalidad de que éstos tengan el

mayor confort durante su traslado por lo que se tomarán en cuenta los animales a capturar y sus características, cuidando que los contenedores tengan las siguientes especificaciones como:

- Tamaño adecuado
- Adecuada ventilación
- Higiene
- Alimentación (si la necesitara)
- Material resistente para uso rudo
- Piso adecuado (sustrato)
- Marcas o rótulo informativo en el contenedor

Para los anfibios y reptiles (excepto serpientes grandes) se utilizarán mascoterías de plástico translúcido o bolsas de manta. Para serpientes grandes se utilizará bolsas de manta o botes de plástico grandes con adecuada ventilación. Para mamíferos pequeños: bolsas de manta y los mamíferos medianos se transportarán dentro de la trampa en la que fueron capturados cubierta con una manta para disminuir su estrés.



Figura X-11. Cajas mascoterías para el transporte de anfibios y reptiles pequeños.

Para todos los casos de manejo de especímenes, se llenará una bitácora con información de cada individuo rescatado conteniendo especie, sitio de rescate, sitio de liberación y fecha. Esto con la razón de llevar un control de dichos individuos.

Debido a que a las especies de mamíferos medianos son considerados peligrosas, algunos por su cornamenta (venados) y otros por su estructura bucal y garras (carnívoros, omnívoros), se dispondrán de más de dos

personas para su adecuado manejo, esto para evitar cualquier tipo de lesión por parte de los especímenes a capturar.

### **LUGARES DE ACOPIO O ALBERGUE TEMPORAL.**

Para la instalación del sitio de acopio de flora se realizará el diseño de un vivero considerando la topografía, acceso y distancia al área del proyecto. Para la selección de los sitios probables donde se dispondrán las especies y se plantean dos alternativas. De acuerdo a la especie y condiciones de los ejemplares, trasplantar directa e inmediatamente a los organismos de flora que se rescaten como individuos a sitios previamente destinados para su reubicación, este será en la colindancia con el área de conservación que se determinó.

En el sitio de acopio se ubicará un espacio en los claros de los árboles para el establecimiento de un vivero temporal, el cual requerirá de poca infraestructura, se considera que las instalaciones que lo integran son el área de semilleros, de envasado y de desarrollo o platabandas. La implementación de este sitio permitirá prevenir y controlar los efectos depredadores y de enfermedades que dañan a las plantas en su etapa inicial en la cual se encuentran más vulnerables, esto con la finalidad de producir plantas de calidad en cantidad y tiempo suficiente.

#### **Los criterios a considerar para el establecimiento del vivero son:**

- Selección del sitio: que se ubique cercano al sitio de la obra y con fácil acceso
- Pendiente y textura del terreno: que el sitio tenga una pendiente de 1 a 5%
- Agua y Drenaje: abastecimiento adecuado, de buena calidad y drenaje adecuado
- Actividades a desarrollar: limpieza del terreno, trazo y nivelación de áreas de desarrollo.
- Mano de obra: que este apta para recibir la capacitación y viva cercana al sitio del vivero.

De acuerdo a las especies a producir se seleccionará el tipo de producción, ya sea mediante el sistema tradicional o bien a través del empleo de charolas de diferentes cavidades.

Para el caso de la fauna esta será reubicada de inmediato por lo tanto no se requiere lugar de acopio.

### **LOCALIZACION DE LOS SITIOS DE REUBICACIÓN**

La región del municipio de Autlán de Navarro, cuenta con fragmentos de hábitat interconectados que cumplirán la función de área receptora; el interés de dicha reubicación es que estas áreas se conviertan en términos efectivos, en reservas faunísticas que aumenten el patrimonio natural de la región. Por lo anteriormente descrito se identificarán puntos de liberación y reubicación mediante imágenes satelitales, considerando los puntos a continuación enlistados:

- Estado de conservación y fragmentación del área.
- Conectividad (cañadas o paso de fauna)
- Cobertura vegetal de los fragmentos.

- Cercanía del área de rescate.
- Características físicas y biológicas similares al sitio de rescate.

Estas condiciones proveerán a las especies sitios de resguardo y del micro-hábitat adecuado para su sobrevivencia. Al tener el mismo tipo de vegetación y al estar en la misma cuenca la composición ecológica es la misma, asegurando que no habrá alteración en la alimentación y en los requerimientos de cada especie. Las cañadas son una buena alternativa de áreas de escape y desplazamiento de fauna, sobre todo en la conectividad ecológica.

Otro punto importante a considerar será la cercanía a la zona; estos sitios se ubicarán a una distancia no mayor a 1 km, y en donde no se realice ninguna obra que pueda poner en peligro a los organismos reubicados. Esto beneficiará los tiempos de liberación, para evitar el encierro y el estrés de los individuos colectados.

El área propuesta para la reubicación de flora y fauna considera 0.5 ha y se encuentra cercana al área del proyecto.



Figura X-12. Localización del área para la reubicación de flora y fauna (recuadro color verde)

Tabla 6 Coordenadas del predio de reubicación

ID	X	Y
1	413288.63	2593529.14

2	413300.77	2593467.56
3	413198.80	2593473.02
4	413188.81	2593528.02

Cabe mencionar que dicha área es solo una propuesta hasta no realizar expediciones de reconocimiento y valoración. Por lo que el tamaño y ubicación pueden cambiar en función de lo observado en campo. Esta zona se propone debido a que es un área con condiciones ecológicas similares a la zona de afectación por el proyecto, con humedad permanente en los suelos. Los ejemplares rescatados de la vegetación de bosque también tendrán condiciones similares de exposición y clima estacional.

### ACCIONES A REALIZAR PARA EL MANTENIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

**Mantenimiento post-reubicación:** Se lleva a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número posible de ejemplares. Las actividades a realizar pueden incluir riego, deshierbe, fertilización y eliminación de pudriciones. En casos extremos como la detección de pudriciones avanzadas, la planta puede ser extraída y tratada en el vivero hasta su recuperación. Es recomendable instalar un cercado para proteger del ganado a los individuos reubicados, así como la aplicación de tratamientos preventivos a las plagas y desnutrición como, fertilizantes y plaguicidas.

### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

SERVICIO	DESCRIPCIÓN	MES DE TRABAJO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-24
TRABAJO DE CAMPO	Exploración, caracterización, comparación y selección de áreas de reubicación (Biólogos)													
TRABAJO DE CAMPO	Ejecución de técnicas de rescate de flora													
TRABAJO DE CAMPO	Ejecución de técnicas de ahuyentamiento de fauna													

SERVICIO	DESCRIPCIÓN	MES DE TRABAJO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-24
TRABAJO DE CAMPO	Búsqueda y rastreo de fauna; aplicación de estrategias para captura y rescate de fauna <i>in situ</i>													
TRABAJO DE CAMPO	Distribución y activación de trampas para fauna													
TRABAJO DE CAMPO	Análisis, captura de datos y diagnóstico de cada individuo de flora y fauna rescatado													
TRABAJO DE CAMPO	Traslado y reubicación de flora y fauna													
REPORTES	Captura de datos de campo													
REPORTES	Elaboración de reportes de acciones en campo													
REPORTES	Elaboración de reporte final de etapa													
REPORTES	Elaboración de documento integrado final													

### EVALUACION DEL RESCATE Y REUBICACIÓN

Se pretende dar seguimiento a los individuos reubicados con la intención de asegurarse que la reintroducción de dichos individuos sea exitosa y no haya alterado a individuos de la misma u otras especies. Además, se podrá obtener información adicional sobre las especies para futuros proyectos dentro de la misma área, tales como:

- Conocer los desplazamientos dentro del hábitat y migraciones de los ejemplares.
- Conocer aspectos sobre la biología de dichas especies (dieta, causas de mortalidad, uso de hábitat, longevidad etc.), sobre todo en especies protegidas.

Existen algunas especies para las cuales se llevará a cabo el seguimiento por medio de marcajes, debido a su rango de movilidad (especies sedentarias, de fácil detección, o por su tamaño, de corto rango hogareño). Los marcajes deberán ser discretos, esto con el fin de no alterar el comportamiento tanto de los individuos de la

misma especie como para los depredadores de estos, pero al mismo tiempo deben ser de fácil observación para el personal que llevará a cabo esta actividad.

### **Resultados esperados con respecto a la supervivencia de los ejemplares rescatados.**

1. Evaluación de supervivencia: Se tiene que realizar periódicamente, con el fin de conocer el éxito de las actividades llevadas a cabo. Con base al resultado de estas evaluaciones, debe determinarse la necesidad de reponer plantas a partir de las producidas en vivero.
2. Reposición de salida: Consiste en reponer las plantas muertas como resultado de la reubicación, mediante el uso de ejemplares producidos en el vivero y serán tratados de manera similar a las plantas reubicadas.
3. Plantas excedentes: Es de esperarse que un programa de rescate que utilice esta metodología genere gran cantidad de plantas excedentes, las cuales pueden ser utilizadas en labores de restauración, reforestación, conservación de suelos y también como plantas madre en viveros o jardines botánicos.

Para garantizar el éxito del presente programa de rescate, además de considerar las acciones que implícitamente debe contener, se deberán realizar gestiones y trabajos de apoyo que lo fortalezcan de manera directa o indirectamente, contribuyendo de manera planeada y sistemática para alcanzar el objetivo y lograr las metas preestablecidas. Es indispensable realizar ante la autoridad ambiental la solicitud de la colecta temporal de las especies de fauna que contempla el programa de rescate y reubicación de los ejemplares, indicando las áreas previamente seleccionadas.

Se pretende dar seguimiento a los individuos reubicados con la intención de asegurarse que la reintroducción de dichos individuos sea exitosa y no haya alterado a individuos de la misma u otras especies. Además se podrá obtener información adicional sobre las especies para futuros proyectos dentro de la misma área, tales como conocer los desplazamientos dentro del hábitat y migraciones de los ejemplares y conocer aspectos sobre la biología de dichas especies (dieta, causas de mortalidad, uso de hábitat, longevidad etc.), sobre todo en especies protegidas. Existen algunas especies para las cuales se llevará a cabo el seguimiento por medio de marcajes, debido a su rango de movilidad (especies sedentarias, de fácil detección, o por su tamaño, de corto rango hogareño). Los marcajes deberán ser discretos, esto con el fin de no alterar el comportamiento tanto de los individuos de la misma especie como para los depredadores de estos, pero al mismo tiempo deben ser de fácil observación para el personal que llevará a cabo esta actividad.

El marcaje de individuos con este tipo de desplazamientos se llevará a cabo por inserción de anillas. Para vertebrados de tallas medianas a grandes, los cuales requieren de un área mayor de desplazamiento y son de difícil observación se utilizará el seguimiento por medio de radio-telemetría, insertando transmisores de manera quirúrgica con la ayuda de un médico veterinario.



La efectividad de la ejecución del Programa de rescate de Flora y Fauna Silvestre se medirá por la relación entre las metas alcanzadas y las metas planificadas. En este caso, se tomarán como metas.

- A) Individuos rescatados que se localicen a lo largo y ancho del terreno de los predios sujetos a CUSTF y de todo el proyecto, en especial atención las que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- B) Individuos sobrevivientes durante el manejo del rescate hasta su liberación en las áreas seleccionadas.

La efectividad del programa durante el manejo se obtiene con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{B}{A} \times 100$$

E = Efectividad

A = Meta A (número de individuos rescatados)

B = Meta B (número de individuos sobrevivientes durante el manejo de rescate hasta su liberación)

El resultado de efectividad del programa se ubicará en una escala porcentual (de 0 a 100 %) dividida en tres partes iguales con el siguiente grado e índice de efectividad (Ver Tabla X-7) .

**Tabla X-7 Efectividad**

EFECTIVIDAD	
Grado (%)	Índice
0 a 33	Baja
34 a 67	Media
68 a 100	Alta

Ejemplo:

Datos            A = 25   B = 23

A = Número de organismos rescatados

B = Número de ejemplares de que sobrevivieron durante el manejo de rescate hasta su liberación

Sustituyendo en la fórmula de Efectividad:



$$E = \frac{23}{25} \times 100$$

Entonces tenemos que E = 92 %

Por lo tanto el valor del 92 % corresponde a un índice de efectividad Alta

### INFORME DE AVANCE Y RESULTADOS

Se entregarán informes de avances cada bimestre y un informe de resultados cada 6 meses. El informe final integrado de las labores de rescate se entregará al finalizar las obras de preparación y construcción del proyecto en un periodo aproximado de 2 años.

SERVICIO	DESCRIPCIÓN	MES DE TRABAJO													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-24	
REPORTES	Captura de datos de campo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
REPORTES	Elaboración de reportes de acciones en campo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
REPORTES	Elaboración de reporte final de etapa						■						■		
REPORTES	Elaboración de documento integrado final													■	

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

### XI.1 Identificación de impactos.

La metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos derivados de las actividades del proyecto se basa en una combinación de diferentes métodos:

- Matrices causa-efecto (tipo Leopold),
- Fichas de Evaluación de impactos y
- Trabajo interdisciplinario a través de talleres de trabajo-indicadores de impacto.

La Matriz Causa-Efecto permite, aparte de identificar los impactos, asignar una valoración semicuantitativa a las interacciones entre las actividades del proyecto y los distintos componentes de cada factor ambiental; esto como resultado del intercambio de opiniones de expertos y el trabajo interdisciplinario como resultado de la aplicación del Método Delphi.

El objetivo de este método es obtener un consenso más confiable de opinión entre un grupo de expertos, a través de una serie de cuestionamientos repartidos con una retroalimentación controlada, que entre otras cosas toma en cuenta experiencias de otros proyectos similares.

### XI.2 Metodología para evaluar los impactos ambientales

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de la misma.

En el proceso de identificación interdisciplinaria de impactos directos, acumulativos e indirectos favoreció el trabajo con las distintas coordinaciones temáticas con diferentes herramientas. La metodología usada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basa en una combinación de diferentes métodos y herramientas de uso frecuentes en procesos de un estudio de impacto ambiental (EIA), tales como:

- Desarrollo de línea de base ambiental preliminar.
- Matrices de impactos ambientales causa-efecto.
- Fichas de caracterización de impactos.
- Trabajo interdisciplinario a través de talleres de trabajo.
- Foros y cuestionarios interactivos a expertos del tipo Delphi.
- Guías de descripción de impactos identificados.

Durante esta fase se fomentó el trabajo interdisciplinario, mediante la activación de espacios y dinámicas donde los diferentes expertos tuvieron oportunidad de interactuar, con la finalidad de poder identificar las implicaciones que tienen ciertos impactos sobre otros componentes ambientales. Este fue un ejercicio crítico para la identificación y evaluación de impactos ya que permitió identificar interrelaciones que de otra manera no se hubieran identificado (Método Delphi).

El trabajo interdisciplinario se dio a través de talleres de identificación y evaluación de impactos. Cabe mencionar que dichos talleres, aparte de cumplir su función como espacios formales de intercambio entre los expertos, incentivó una serie de intercambios informales continuos durante todo el proceso de análisis.

En este caso las áreas clave fueron: vegetación, fauna, suelo e hidrología. Esto se determinó con base en la fase de scoping<sup>1</sup> la que promueve el uso del método Delphi ya que esta técnica se utiliza para generar ideas, predecir impactos en las distintas fases y áreas del proyecto.

El taller de identificación de medidas de mitigación se desarrolló de manera similar al taller de identificación de impactos, fomentando el trabajo interdisciplinario para garantizar la optimización de las medidas de mitigación.

### **XI.3 Caracterización de los impactos.**

#### **XI.3.1 Matriz de impactos**

Se preparó una Matriz de Causa-Efecto como la que se puede apreciar en la Tabla XI-1, la cual incluye las obras y actividades, así como los elementos ambientales y los procesos que serán afectados por el proyecto. La matriz se dividió en las fases principales del proyecto: 1) Preparación, 2) Operación 3) Abandono (ver *Anexos: Capítulo XI, Matriz de Impactos*).

La matriz causa-efecto es un método que nos permite identificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos del ambiente donde se prevén impactos. Asimismo, permite identificar dónde pueden presentarse impactos acumulativos (e. g. observando una columna se pueden ver todos los componentes del proyecto que podrían impactar a un elemento ambiental en particular) y su representación permite visualizar fácilmente dichos puntos de impacto.

**Tabla XI-1 Matriz de impacto ambiental.**

---

<sup>1</sup> **Scoping** es el proceso rápido mediante el cual se determinará el alcance de las acciones que se contemplan del estudio a realizar; posterior a esta etapa vendrá el establecimiento y luego hacer la identificación y evaluación de impactos ambientales con sus respectivas medidas de compensación o mitigación. Así, la etapa de scoping y línea de base es un proceso muy importante (muchas veces clave) para el desarrollo de la identificación de impactos y para la elaboración de escenarios futuros y pasados.

MATRIZ DE IMPACTOS CAUSA- EFECTO			Preparación Operación										Cierre y post-cierre			Abandono					
			Rescate y reubicación de flora y fauna	Desplante	Escafiteo de la superficie del terreno, remoción de raíces y rocas	Compactación	Operación de maquinaria pesada	Presencia de personal operativo	Compactación y ensuciamiento de aguas pluviales	Presencia de personal operativo	Generación, transporte y disposición de residuos no peligrosos	Embarcaciones	Treslado y acumulación de mineral	Operación de maquinaria pesada	Presencia de personal operativo	Mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo	Cierre de los pozos	Continuidad topográfica	Restauración del suelo	Restauración de la vegetación (reforestación)	
			1	2	3	4	6	8	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	17	13	
Medio Físico	Clima	Temperatura	a																		
		Humedad relativa	b																		
		Dispersión de polvos	o					1					1	1							
		Precipitación	d																		
	Paisaje	Calidad visual	e			1							1					1	1	1	1
		Olores	r																		
	Suelo	Nivel de ruido	g					1					1								
		Erosión	h		1															1	1
		Actividad microbiológica	i		1															1	1
		Combinación	j																	1	1
	Geología	Capacidad de recuperación	k		1															1	1
		Fertilidad	l		1															1	1
		Presencia de talas o fracturas lentos	m																		
		Susceptibilidad a sismicidad	n																		
		Características geomorfológicas	h											1							
		Hidrología superficial	Calidad fisicoquímica	o																	
	Variación del flujo hídrico		p							1											
	Variación del caudal de drenaje		q							1											
Control de pendientes	r																				
Hidrología subterránea	Infiltración al subsuelo	c							1											1	
	Calidad fisicoquímica	t																			
Medio Biótico	Flora	Nivel tréfilico	u						1												
		Cobertura	v	1																1	1
		Especies de valor social y comercial	w	1																	1
		Especies con estatus de conservación	x	1																	1
	Fauna	Especies endémicas y restringidas	y	1																	1
		Capacidad de recuperación	z	1																1	1
		Anfibios	aa	1			1	1													1
		Reptiles	bb	1	1		1	1													1
		Aves	oo	1			1	1													1
		Insectos	dd	1			1	1													1
Medio Socioeconómico	Población	Mamíferos	ee	1	1		1	1												1	
		Especies con estatus de conservación	dd	1	1		1	1													1
		Especies endémicas y restringidas	ee	1	1		1	1													1
		Crecimiento demográfico	ff																		
Densidad poblacional		qq																			
Migración		hh																			
Salud		ll																			
Empleo		jj	2	2	2	2					2	2	2	2					2	2	
Ingreso		kk																			
Actividades Productivas		Sistema vital	ll																		
	Propiedad de las tierras	mm																			
Actividades Productivas	Conflictos sociales	nn																			
	Conflictos ambientales	hh																			
	Seguridad / Integridad física	oo																			
Actividades Productivas	Fecundidad	pp		1																	
	Geológico extractivas	qq																			
	Agricultura	rr																			

Para llevar a cabo este procedimiento se debe establecer la relevancia de cómo los impactos potenciales de un proyecto se presentan en el contexto de sus efectos sobre la integridad funcional de los ecosistemas y, de

alguna manera, en los servicios de estos ecosistemas para el bienestar humano y otras especies, como lo marca el artículo 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Con base en el marco legal vigente una actividad es aceptada y legitimada socialmente cuando las leyes, reglamentos y normas que la regulan son observadas y cumplidas puntualmente. El proyecto comprende actividades que están normadas como es el caso de generación de ruido, emisiones a la atmósfera, generación de residuos y actividades riesgosas, por lo que la evaluación y mitigación de los impactos asociados a estas actividades deben considerarse en función de la normatividad que les aplica y su aceptación y justificación ambiental estará acotada a lo dispuesto por dichas disposiciones.

Para aquellos impactos que se identifican como potencialmente significativos durante el scoping, en las fichas de evaluación de impactos se hace una descripción y evaluación más detallada. Esto permite identificar de manera gráfica los aspectos del impacto, y con ello proponer medidas para minimizar, mitigar y/o compensar sus efectos negativos sobre el ambiente y la sociedad.

### **XI.3.2 Fichas de Evaluación de impactos**

Con el afán de fortalecer y verificar la significancia de los impactos identificados por la Matriz Causa-Efecto, cuando se identifican impactos negativos significativos (3) se desarrollan dos tipos de Fichas de Evaluación de Impactos.

Las características de los impactos consideradas fueron las siguientes:

- su naturaleza (positivo/negativo),
- su acumulación con otros impactos,
- su nivel de sinergia con otros impactos,
- el tiempo y etapa (del proyecto) en que ocurre (preparación, operación y abandono),
- su duración (muy corto, corto, largo o muy largo plazo),
- la continuidad del efecto (ocasional, temporal o permanente),
- su reversibilidad (altamente reversible, reversible a corto plazo, reversible a largo plazo, irreversible),
- su intensidad (muy baja, moderada, alta, muy alta),
- ámbito del impacto (entorno inmediato, entorno local, entorno regional, a gran escala),
- su mitigabilidad (mitigable mediante cambios menores al proyecto, mitigable requiriendo insumos adicionales a los previstos en el proyecto, no mitigable pero compensable, no mitigable ni compensable).

Las fichas incluyen una sección donde se describen cualitativamente los impactos, de tal manera que quede un registro completo de la apreciación de los expertos al valorar los impactos. A todas estas características (excepto al tiempo en que el impacto ocurre en el proyecto y su naturaleza) se les asigna un valor numérico.

Los valores numéricos que puede adquirir un impacto negativo varían entre 5 y 37 como se aprecia en la Tabla XI-2. La valoración de los impactos negativos se hace de la siguiente manera:

**Tabla XI-2 Valoración Fichas de Impactos Negativos.**

Puntaje de la Ficha de Evaluación	Valor del Impacto Negativo	Significancia aparente
5-13	1	Insignificante
14-21	1	Baja
22-29	2	Media
30-37	3	Alta

Para el presente estudio ya que **no se identificaron impactos que tuvieran tal grado de significancia (3)**, no fue necesaria la valoración en las fichas de impactos negativos.

#### **XI.4 Valoración de los impactos.**

Como se puede apreciar en la Matriz de Impactos (ver *Anexos: Capítulo XI, Matriz de Impactos PV*), se identificaron y evaluaron de manera sistemática los efectos positivos y negativos durante las distintas fases del proyecto.

Cada evaluador completó las columnas de la matriz que le correspondían, indicando con un número del 1 al 3 aquellas interacciones donde se preveían impactos ya sea positivos o negativos (Ver **Tabla XI-3**), según su grado de significancia (siendo el 1 un impacto poco significativo, el 2 un impacto medianamente significativo y el 3 un impacto altamente significativo).

**Tabla XI-3 Magnitud y Valoración de los impactos**

<b>Magnitud</b>		
<b>Impactos negativos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Impactos positivos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

<b>Valoración</b>	
<b>3</b>	Impacto positivo de significancia alta
<b>2</b>	Impacto positivo de significancia media
<b>1</b>	Impacto positivo de significancia baja o insignificante
<b>1</b>	Impacto negativo de significancia baja o insignificante
<b>2</b>	Impacto negativo de significancia media
<b>3</b>	Impacto negativo de significancia alta

Los impactos relacionados con el CUSTF derivan de la eliminación de la cubierta vegetal para la extracción del material, dichas actividades comprenden:

- Las acciones de despalme y movimientos de tierras, dejan temporalmente el suelo al desnudo, incrementando la erosión por la eliminación de la cubierta vegetal, modificando la escorrentía superficial y la infiltración. Se espera que en la época de lluvias aumente el riesgo de arrastre de sedimentos. La capacidad de recuperación del suelo se ve afectada por las actividades de ejecución del cambio de uso del suelo, ya que se retirará la capa superficial de suelo fértil y la vegetación que lo cubre.
- Aunado a lo anterior, se construirán caminos, que en conjunto, modificará la escorrentía superficial durante la etapa de ejecución del cambio de uso de suelo para la realización del proyecto.
- En los polígonos sujetos al CUSTF, donde se realizará el desmonte para la construcción del proyecto, la superficie con cobertura de vegetación se reducirá, sin embargo, no se verán afectadas especies de flora y fauna consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- La disminución de superficie de la vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia, debido a las actividades de despalme, operación de maquinaria pesada y barrenaciones.
- En la actualidad la pérdida de hábitat es uno de los principales problemas que amenazan la extinción de las especies, con el desmonte de áreas forestales se pierden refugios, zonas de alimentación, áreas de reproducción y corredores.
- Algunos vertebrados son de hábitos fosoriales, los cuales se ven directamente afectados por las actividades de despalme, debido al despojo de refugios y la reducción del hábitat de otras especies.

Los principales factores ambientales que resultaron con algún impacto por el desarrollo del proyecto se presentan en la Tabla XI-4 y Tabla XII-1):

**Tabla XI-4 Identificación de impacto ambientales negativos en la etapa de preparación del sitio.**

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD IMPACTANTE	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
<b>PREPARACIÓN</b>		

<p><b>Flora</b></p>	<p><b>Desmante</b></p>	<p>Aunque las barrenaciones se realizarán en sitios donde no existen árboles y arbustos, no se descarta la presencia de algunas hierbas, por lo que es un impacto poco significativo, remediable con medidas de mitigación.</p>
<p><b>Fauna</b></p>		<p>La remoción de la vegetación herbácea principalmente en caminos representa la pérdida de refugio o descanso de algunas especies, destacando reptiles y pequeños roedores. Aunado a la pérdida de la microfauna presente en la capa orgánica de suelo.</p>
<p><b>Suelo</b></p>	<p><b>Despalme</b></p>	<p>La extracción del horizonte fértil del suelo (considerado como un recurso natural no renovable debido a que su formación tarda cientos de años), lo deja expuesto a la erosión, disminuye la actividad microbiológica y su capacidad de recuperación</p>
<p><b>Población</b></p>	<p><b>Empleos</b></p>	<p>Se generarán empleos para las localidades cercanas. Así mismo, la localidad Santa Lucía recibirá un beneficio indirecto por hospedaje, comida e insumos requeridos.</p>
<p><b>OPERACIÓN</b></p>		
<p><b>FACTOR AMBIENTAL</b></p>	<p><b>ACTIVIDAD IMPACTANTE</b></p>	<p><b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b></p>

<b>Fauna</b>	<b>Operación de maquinaria pesada</b>	El riesgo de atropellamiento de la fauna silvestre, con una afectación potencial sobre especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y/o de distribución restringida.
<b>Hidrología</b>	<b>Escurremientos</b>	Alteraciones en los patrones de escurrimiento. Riesgo de filtraciones a niveles freáticos.
<b>Población</b>	<b>Empleos</b>	Se generarán empleos para las localidades cercanas, y personal de mano calificada. Así mismo, Mazatlán recibirá un beneficio indirecto por hospedaje, comida e insumos requeridos.
<b>CIERRE Y POST-CIERRE</b>		
<b>Población y Fauna</b>	<b>Generación de residuos peligrosos</b>	En el caso de no seguir un manejo y confinamiento adecuados, tales residuos pueden afectar la calidad de los suelos, el agua y ser nocivos para el humano y la fauna silvestre.
<b>Población</b>	<b>Empleos</b>	Se generarán empleos para las localidades cercanas, y personal de mano calificada. Así mismo, Ciudad Victoria recibirá un beneficio indirecto por hospedaje, comida e insumos requeridos.
<b>ABANDONO</b>		
<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>ACTIVIDAD IMPACTANTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b>
<b>Suelo</b>	<b>Erosión</b>	Con la restauración de los suelos que implica cubrir los pozos y colocar materia orgánica se recuperará la fertilidad del
	<b>Actividad microbiológica</b>	

	<b>Fertilidad</b>	<p>suelo, activando la presencia microbiológica y evita la erosión. Posteriormente, se pretende algunas reforestaciones con especies nativas de la zona, regresando algo de abundancia y diversidad florística y creará zonas de descanso y refugio de fauna</p>
<b>Flora</b>	<b>Cobertura</b>	
<b>Fauna</b>	<b>Anfibios</b>	
	<b>Reptiles</b>	
	<b>Insectos</b>	
	<b>Pequeños mamíferos</b>	
<b>Población</b>	<b>Empleos</b>	<p>Se generarán empleos para las localidades cercanas, y personal de mano calificada. Así mismo, la cabecera municipal recibirá un beneficio indirecto por hospedaje, comida e insumos requeridos.</p>

### **XI.5 Conclusiones.**

Se identificaron afectaciones al ambiente en las diferentes etapas del proyecto, siendo la etapa de preparación del sitio y de operación las que más impactos generan debido a la naturaleza de sus actividades. El despalme y la operación de maquinaria que se llevarán a cabo para el CUSTF son las dos actividades principales generadoras de impactos negativos.

Los impactos generados por estas actividades repercuten de manera significativa (significancia baja) a los factores de suelo, vegetación y fauna cuyas variables como la diversidad y la erosión se ven alterados debido a la remoción de la cobertura vegetal y a la exposición del material del suelo por el despalme del terreno. En menor medida, los impactos negativos por la generación de ruido, generación de residuos afectarían a la calidad atmosférica del sitio, la calidad de vida de la población cercana. Sin embargo, a pesar de las posibles afectaciones que trae consigo este proyecto, las dimensiones del sitio y su ubicación provocan que la significancia de los impactos ambientales negativos disminuya ya que el área del proyecto no posee dimensiones que determinen alguna influencia significativa en el área de estudio.

La etapa de abandono es la que presentó la menor cantidad de afectaciones al ambiente ya que en esta etapa se llevan a cabo las medidas de mitigación y/o compensación necesarias para el abandono sustentable del sitio del proyecto.

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

Para la definición y propuesta de las medidas de mitigación, fue necesaria la consideración de viabilidad en cuanto a recursos técnicos y económicos para su implementación, además las descripciones, objetividad y mecanismos incluyentes para la evaluación de su implementación por etapas.

### **XII.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación**

El Taller de Identificación de Medidas de Mitigación se desarrolló de manera similar al Taller de Identificación de Impactos, fomentando el trabajo interdisciplinario para garantizar la optimización de las medidas de mitigación.

Para cada medida de mitigación se realizó una predicción de cómo atenuará los impactos para los cuales fueron diseñadas. Además, se propone un Plan de Vigilancia Ambiental para garantizar que las medidas de mitigación (Ver Tabla XII-1) se implementen adecuadamente y se obtengan los resultados esperados, así como para prevenir y solucionar en su momento situaciones emergentes.

En cada medida de mitigación se indican las acciones a realizar para los impactos identificados, clasificándose de acuerdo a su carácter; de prevención, mitigación o compensación.

Las medidas de mitigación han sido clasificadas de la siguiente manera:

**Las medidas preventivas**, como su nombre lo indica, se aplican antes de la implementación de la actividad que causará impacto. Están encargadas de proteger el entorno y los diferentes elementos del ambiente, evitando que los impactos puedan afectarles y actúan fundamentalmente sobre la obra y sus partes, es decir, protegiendo los ecosistemas valiosos con la realización de cambios en la tecnología de aprovechamiento, en las dimensiones, en la calendarización de las actividades, y en el diseño mediante la zonificación de áreas para la protección y su conservación dentro del área a ser explotada.

**Las medidas de mitigación** corrigen o mitigan los efectos generados por las actividades del proyecto una vez que se produjo el impacto sobre los elementos ambientales, siendo su implementación después que ha ocurrido la acción.

**Las medidas de compensación** son las actividades que corrigen las acciones del proyecto para alcanzar una mejor integración ambiental, modificando los procesos e integrando elementos no previstos inicialmente.

Una vez identificados los impactos ambientales que serán generados por las obras previstas en el proyecto y determinados los impactos significativos de acuerdo a la matriz de causa-efecto, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y/u obras a realizar a fin de mitigar o compensar los impactos.

Con base en los recorridos de campo realizados dentro del área donde se pretende establecer las barrenaciones, se pudo observar que la mayor parte de la superficie es áreas aledañas al camino desprovistos de vegetación.

## XII.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Existen diversos métodos que son utilizados para la determinación de los impactos ambientales que ocasiona el proyecto en su área de influencia, que van desde una simple lista de chequeo, hasta el desarrollo de cuestionarios, matrices de causa-efecto, modelos matemáticos (de simulación principalmente), superposición de mapas y otras técnicas específicas basadas en encuestas y reuniones de expertos. La selección del modelo de determinación de impactos depende de las necesidades específicas del E.I.A.

Se consideraron los impactos generados por las acciones propias del proyecto. Por ello, se ha elegido la metodología propuesta por Conesa (2003), así como la propuesta por Palerm (2005).

**Tabla XII-1 Medidas de prevención, mitigación y compensación**

FACTOR	INDICADOR	ÍNDICE
Aire	-Contaminación atmosférica	1. Número de vehículos
	-Capacidad de dispersión	
	-Olores	2. Número de motosierras
Suelo	-Materia orgánica	1.Riesgo de erosión Ton/Ha/Año
	-Erosión	2.Porcentaje de pendiente
		3.Fertilidad del suelo
Agua	-Infiltración	1.Número de arroyos
	-Calidad	2.Gasto y/o volumen
	-Red pluvial	
Vegetación	-Especies singulares	1.Superficie a desmontar
	-Diversidad	2.Número de individuos a eliminar
	-Pérdida de la cubierta vegetal	3.Número de individuos a reforestar
		4.Superficie a revegetar

FACTOR	INDICADOR	ÍNDICE
		5. Número de individuos a reproducir
Fauna	-Estabilidad de la fauna	1. Presencia potencial
	-Destrucción del hábitat	2. Valor de importancia
		3. Número de especies afectadas
Paisaje	-Paisaje	1. Superficie a intervenir
Territorio	-Cambio de uso de suelo	1. Superficie del proyecto
	-Zonas verdes	2. Valor por metro cuadrado
	-Plusvalía	
	-Desarrollo urbano	
Infraestructura	-Red de servicios de comunicaciones y transporte	1. Metros lineales de tendido eléctrico
		2. Superficie de caminos
		3. Metros lineales de red de agua
Población	-Calidad de vida	1. Número de empleados
	-Producción de empleo	2. Monto de adquisición de insumos
	-Salud e higiene	

### XII.3 Criterios y metodología de evaluación

Los impactos ambientales se identificaron con base en las condiciones del proyecto a través de una matriz de doble entrada, en donde, en uno de los ejes aparecen dichas acciones y en el otro, los subsistemas físico, biótico, perceptual, socioeconómico y cultural, todo esto de acuerdo a la metodología propuesta por Conesa (2003).

#### XII.3.1.1 *Matriz Causa-Efecto.*

Las matrices causa-efecto son un método que permite identificar de manera relativamente rápida aquellos puntos de interacción entre el proyecto y el medio ambiente donde se prevén impactos. Asimismo, permite vislumbrar dónde pueden darse impactos acumulativos; por ejemplo, observando una columna se pueden ver todos los componentes del proyecto que va a impactar a un elemento ambiental en particular, y su representación permite visualizar fácilmente dichos puntos de impacto. Sin embargo, este método tiene el inconveniente de que no permite la identificación de los impactos indirectos, por lo que será complementado con el uso de redes de interacción. Ver Anexos, Matriz Causa – Efecto.

Para obtener un mayor provecho del uso de las matrices como método de identificación de impactos, se diseñó una simbología que permite señalar algunas características de los impactos: positivo/negativo – indicado por el color, y magnitud. Para cada interacción donde se identifican los impactos potencialmente significantes, se rellena una “Ficha de caracterización de impactos”, la cual resume las principales características del mismo.

Así, en la matriz causa-efecto, los impactos negativos se presentan de color rojo y los impactos positivos de color verde. Los impactos positivos y negativos tienen valores que van del 1 al 3 (entre mayor sea el número mayor es el impacto). Los impactos que tienen número 3, se consideran de mayor impacto y se les valorará en tablas o fichas independientes.

A continuación, se enlistan los principales impactos ambientales identificados y medidas de mitigación, las cuales se presentan conforme al componente ambiental que será afectado durante las diferentes etapas del proyecto.

## XII.4 Impactos ambientales identificados

Tabla XII-2 Impactos identificados en la fase de preparación

Factor Ambiental Afectado	Impacto potencial identificado	Descripción
Vegetación Aire Suelo Fauna	Desmante (CUS)	Se removerá la cubierta vegetal teniendo una disminución en la calidad escénica debido a la pérdida de la naturalidad; así mismo, causará dispersión de la fauna por la pérdida del hábitat. Aumentará la erosión hídrica y eólica.
		El derribo de especies arbóreas afectará directamente la estabilidad de la fauna, el paisaje, la pérdida del suelo y materia orgánica.
	Emisión de gases a la atmósfera y polvos	Durante el proyecto se presentarán emisiones a la atmósfera, tanto de polvos como de gases, así como de ruidos, provocados por el uso de maquinaria y el movimiento de tierra.
	Ruido y vibraciones	
	Erosión, compactación e infiltración del suelo.	El suelo sufrirá impactos, debido a la nivelación para la estabilización y excavación de terreno, presentando una disminución en la infiltración por la compactación del suelo, dada por el paso de maquinaria; erosión hídrica con formación de cárcavas durante el temporal de lluvias.
Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos	Durante la etapa de preparación se pueden presentar derrames contaminando el suelo, así como residuos peligrosos (combustibles y lubricantes), resultado de algún desperfecto de vehículos o maquinaria. Pero esta se reducirá en su posibilidad con la aplicación de un programa preventivo específico en la materia. La presencia del personal que labora en el proyecto genera residuos sólidos que podrían desencadenar la presencia de fauna nociva. Para evitar esto se aplicará un programa de gestión integral de residuos.	

Tabla XII-3 Impactos identificados en la fase de construcción

Factor Ambiental Afectado	Impacto potencial identificado	Descripción
Vegetación Aire Suelo Fauna	Erosión	Debido a las actividades de nivelación del terreno y de que se removerá la cubierta vegetal, el suelo quedará expuesto a factores que conllevarán a procesos erosivos. Para contrarrestar esto se reutilizará el material orgánico producto del desmante.
	Infiltración	La creación de caminos y las excavaciones provocarán el sellamiento del suelo con concretos, la pérdida de cubierta vegetal, lo que impedirá la infiltración natural del agua al subsuelo, así mismo como se utilizará maquinaria pesada durante la realización de las actividades, se dará una compactación en los suelos el cual

Factor Ambiental Afectado	Impacto potencial identificado	Descripción
		impedirá la filtración natural del agua,
	Especies singulares	Se observará un decremento en las especies presentes debido a la reubicación y remoción de éstas para llevar a cabo las actividades del encaminadas al proyecto.
	Diversidad	A causa de las acciones realizadas en el área de estudio, la diversidad en flora y fauna se verá afectado por los cambios que sufrirá por el proyecto.
	Desmante	Para llevar a cabo las actividades extractivas será necesario la remoción de la capa vegetal superficial.
	Estabilidad de Fauna	Debido a los trabajos realizados habrá un desequilibrio en las poblaciones faunística del lugar debido a la perturbación del hábitat.
	Perturbación de Hábitat	Dados las actividades tales como la remoción de la cubierta vegetal y migración de distintas especies se verán afectado el hábitat en el que se desenvuelven.
	Generación de residuos sólidos no peligrosos	Por el mantenimiento de la maquinaria pesada que será utilizada y el personal que laborará en el sitio se generarán residuos sólidos peligrosos (aceites, grasas, etc.) y no peligrosos.
	Emisión de gases y contaminación de suelos	Al utilizar maquinaria para realizar las actividades del proyecto, se generarán emisiones de gases debido a la utilización de hidrocarburos necesarios para la operación de las mismas; así como emisión de polvos por el movimiento de tierras.
	Ruido y vibraciones	La generación de ruido y vibraciones serán producidas por la maquinaria que se utilizará en el sitio.
	Accidentes	Se pueden llegar a presentar accidentes debido al descuido o manejo inadecuado de las herramientas de trabajo.
	Fracturación del paisaje	A causa de los distintos cambios que se producirán por las actividades llevadas a cabo, el paisaje a su vez también sufrirá modificaciones ya que perderá la forma y estructura natural.
	Despalme	Es necesario remover 20 cm de profundidad del suelo en el área donde se realizarán los barrenos y el desarrollo de los caminos, dejando a la intemperie el suelo y quedando expuesto a factores erosivos.

Tabla XII-4 Medidas de mitigación

ACTIVIDAD (CAUSA)	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL IDENTIFICADO (EFECTO)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SITIO DE APLICACIÓN Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	SISTEMA DE EVALUACIÓN
<b>FASE DE PREPARACIÓN DEL SITIO</b>					
Acciones de preparación para el derribo de los individuos arbóreos.	Suelo, Agua, Vegetación, Fauna	-Emisión de gases  -Contaminación de suelos	-No se permitirán mantenimientos dentro del proyecto.  -Se dará mantenimiento fuera del predio a la maquinaria para	-Patio de resguardo de la maquinaria. (durante el tiempo que dure el proyecto)	-Manifiestos de la empresa recolectora de residuos.
Residuos Sólidos No Peligrosos	Suelo, Agua,	-Ruido y vibraciones		-Equipos de combustión interna	-Contra-recibo de las

ACTIVIDAD (CAUSA)	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL IDENTIFICADO (EFECTO)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SITIO DE APLICACIÓN Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	SISTEMA DE EVALUACIÓN
	Vegetación, Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Emisión de polvos a la atmósfera</li> <li>-Emisión de polvos a la atmósfera</li> <li>- Rehabilitación y mantenimiento de caminos</li> <li>- Accidentes</li> <li>-Generación de Residuos Sólidos No Peligrosos</li> </ul>	<p>disminuir la contaminación por la emisión de gases y estar dentro de la NOM-041-SEMARNAT-1999 y la NOM-045-SEMARNAT-1996</p> <p>-Se fomentará la afinación a la maquinaria periódicamente para tratar de disminuir el ruido y vibraciones ocasionado por ésta y estar dentro de la NOM-080-SEMARNAT-1994.</p> <p>-Se aplicarán riegos en forma periódica durante el tiempo de secas, durante el tiempo que dure el proyecto.</p> <p>-Durante el tiempo que dure el proyecto se les dará mantenimiento a los caminos.</p> <p>-Se contará por lo menos con un botiquín de primeros auxilios.</p> <p>-Se colocarán depósitos rotulados con la leyenda "orgánicos, inorgánicos y sanitarios" en los sitios de trabajo y campamentos a fin de acopiar en forma temporal los residuos para ser llevados a los sitios de disposición final autorizados.</p>	<p>como maquinaria, camiones y motosierras (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-Área de maniobras de los equipos. (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-Los riegos se aplicarán sobre los caminos y patios de maniobras utilizados por la maquinaria. (durante el período de secas, durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-Área de maniobras de los trabajos. (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-Sitio de ejecución de los trabajos. (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-Frentes de trabajo y campamentos temporales</p>	<p>afinaciones de los equipos, anexando copia simple al reporte de actividades.</p> <p>-Reporte de Estudio de Ruidos de laboratorios acreditados a los equipos el cual se deberá realizar cada 6 meses, anexando copia simple al reporte de actividades.</p> <p>-Anexando en el reporte de actividades, en la galería de fotografías imágenes de estas acciones.</p> <p>-Anexando en el reporte de actividades, en la galería de fotografías imágenes de estas acciones.</p> <p>-Anexando en el reporte de actividades, en la galería de fotografías imágenes de estas acciones.</p> <p>-Incluyendo en los reportes, las cantidades de residuos acopiados, así como fotografías de estos hechos.</p>

ACTIVIDAD (CAUSA)	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL IDENTIFICADO (EFECTO)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SITIO DE APLICACIÓN Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	SISTEMA DE EVALUACIÓN
<b>FASE DE OPERACIÓN</b>					
<p><b>Derribo de especies arbóreas</b></p> <p><b>Material de excavación y/o movimiento de tierras</b></p> <p><b>Campamentos temporales.</b></p> <p><b>Patio de máquinas</b></p>	<p>Suelo, Agua, Vegetación, Fauna, Paisaje</p>	<p>-Materia Orgánica</p> <p>-Erosión</p> <p>-Infiltración</p> <p>-Especies singulares</p> <p>-Diversidad</p> <p>-Desmonte</p> <p>-Estabilidad de Fauna</p> <p>-Perturbación de Hábitat</p> <p>-Naturalidad del Paisaje</p>	<p>-La eliminación de los individuos arbóreos se realizará de acuerdo a los avances del proyecto tomando en cuenta lo establecido en la NOM-007-SEMARNAT-1997.</p> <p>-Se establecerán en áreas de exclusión localizadas en los márgenes de los escurrimientos naturales aledaños al proyecto.</p> <p>-Para mejorar la infiltración en la zona se deberán considerar pozos de absorción de agua, así mismo será de vital importancia la creación de vialidades con empedrado que permita la infiltración del agua de lluvia, la urbanización deberá considerar en todo momento medidas para la captación de agua pluvial, la cual deberá de ser reintegrada al subsuelo.</p> <p>-Se deberá fomentar el uso de concretos permeables que permitan la absorción del agua al subsuelo.</p> <p>-No se permitirá la quema del material vegetal derribado, éste será picado y triturado,</p> <p>-Se respetará en todo momento a la fauna, será prohibida la caza de las especies, en el caso de localizar nidos, madrigueras o individuos, éstos serán reubicados buscando sean colocados en las</p>	<p>-Haciendo del conocimiento del personal que ejecutará estas acciones el contenido y forma de aplicación de la NOM-007 (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-En las zonas donde fue eliminado el estrato arbóreo. (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-La reforestación se realizará en áreas degradadas con la finalidad del mejoramiento del hábitat.</p> <p>-Se reforestará con individuos propios de la zona, los cauales deben presentar buenas condiciones fenotípicas para ser utilizados como árboles padres, también utilizando los individuos que sean derribados y que puedan ser propagados mediante reproducción vegetativa. (durante el tiempo que dure el proyecto)</p> <p>-Aplicando los programas de Protección y Rescate de Fauna, dentro del sitio pretendidos para Cambio de Uso de Suelo. (durante el tiempo que dure el proyecto)</p>	<p>-Anexando en el reporte de actividades, en la galería de fotografías imágenes de estas acciones, así como un croquis de la ubicación de estas áreas, donde se señale la superficie de estos avances.</p> <p>-Anexando en el reporte de actividades, en la galería de fotografías imágenes de estas acciones.</p> <p>-Se realizará un estacado sobre el perímetro de las superficies propuestas para el Cambio de Uso de Suelo, a fin de evitar el que por una confusión sean intervenidas las áreas no autorizadas, este estacado se realizará previo al inicio de trabajos de la etapa pretendida, estas acciones serán reportadas en el informe de actividades, apoyado de imágenes.</p> <p>-Anexando en el reporte de</p>

ACTIVIDAD (CAUSA)	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL IDENTIFICADO (EFECTO)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SITIO DE APLICACIÓN Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	SISTEMA DE EVALUACIÓN
			<p>mismas condiciones que fueron encontrados, tomando en cuenta altura sobre el piso, tipo de vegetación, asociación con especies vegetales, entre otras.</p>		<p>actividades, en la galería de fotografías imágenes de estas acciones.</p> <p>-En el reporte de actividades se incluirá la descripción de las acciones de reforestación, así como de su progreso.</p> <p>-Se hará del conocimiento del personal que laborará en este proyecto de este tipo de restricciones.</p> <p>-Se incluirán en el reporte de actividades la cantidad (kg. Número, Volumen, etc.) del material recolectado, así como de las especies. También se deberán incluir imágenes de estas acciones.</p> <p>-Se incluirán en el reporte de actividades, la descripción de las acciones ejecutadas para la Protección y Rescate de Fauna, así mismo se incluirá en el anexo fotográfico, imágenes</p>

ACTIVIDAD (CAUSA)	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL IDENTIFICADO (EFECTO)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	SITIO DE APLICACIÓN Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	SISTEMA DE EVALUACIÓN
					correspondient es a este punto.
<p>Derribo de especies arbóreas</p> <p>Eliminación de la Cubierta Vegetal</p> <p>Remoción del Horizonte Fértil</p> <p>Urbanización del área</p>	Suelo, Agua, Vegetación, Fauna, Paisaje	<p>-Materia Orgánica</p> <p>-Erosión</p> <p>-Infiltración</p> <p>-Especies Singulares</p> <p>-Diversidad</p> <p>-Despalme</p> <p>-Estabilidad de Fauna</p> <p>-Perturbación de Hábitat</p> <p>-Naturalidad del Paisaje</p>	<p>-Se realizará la reforestación con especies propias de la región (nativas).</p> <p>-Se integrará nuevamente el material de despalme removido, o en su caso se aplicará una mezcla a base de abonos orgánicos como sustituto del horizonte con el objetivo de ser utilizado como cama de siembra para el establecimiento de las especies vegetales.</p> <p>-Se dará mantenimiento a las obras de conservación de agua y suelo tales como canales de desagüe y de desvío.</p>	<p>-Estas acciones se realizarán sobre el área de bancales.</p> <p>-Estas acciones de restauración deberán de garantizar que el entorno se autogestione, hasta lograr su integración al entorno</p>	<p>-Anexando en el reporte de actividades, en la galería de fotografías, imágenes de estas acciones, así como un croquis de la ubicación de estas áreas, donde se señale la superficie de estos avances.</p>

## XII.5 Programas ambientales

### XII.5.1 Programa de reforestación

En las superficies propuestas para reforestar, se plantará en línea, a una distancia de 5 m entre individuos, colocando 158 individuos por hectárea, en una proporción de 12 individuos, que pudieran ser de las siguientes especies: *Acacia pennatula*, *Bursera simaruba*, *Conostegia xalapensis*, *Hintonia latiflora*, *Heliocarpus appendiculatus*, entre las principales.

Diseño y tratamiento de la cepa: Se marcará donde se abrirá la cepa de acuerdo con las medidas siguientes: se perforarán las cepas a una profundidad aproximada de 60 cm y una anchura aproximada de 40 cm tal como se indica en la siguiente figura.

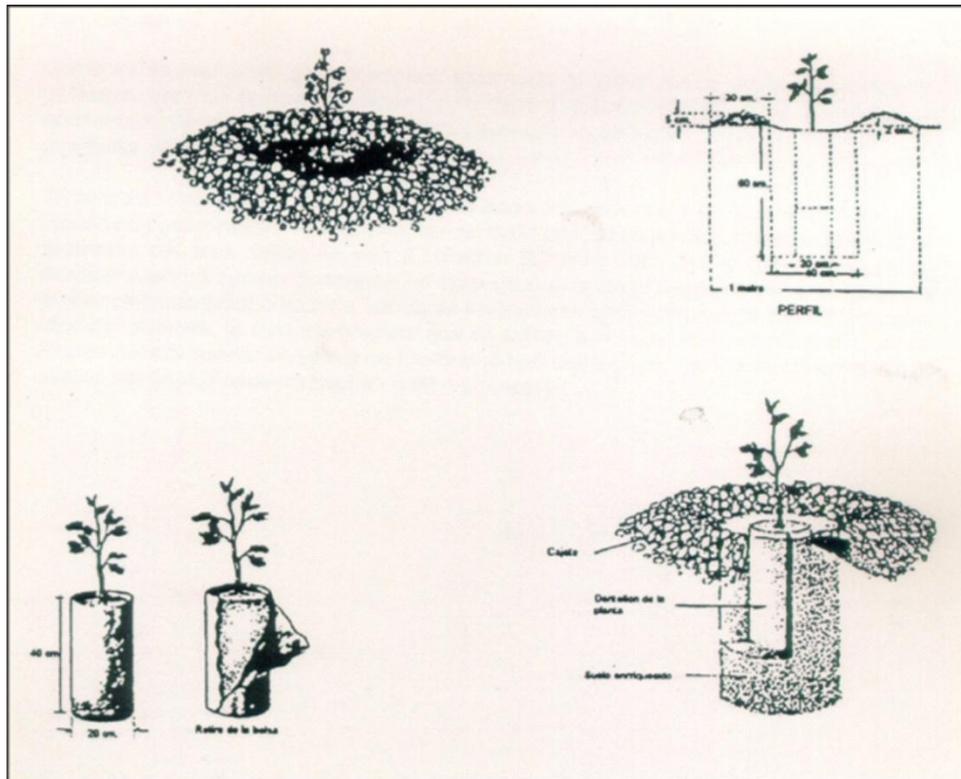


Figura XII-1 Modelo de Siembra.

El material procedente de tales cepas será enriquecido con abonos orgánicos en una proporción de 3 a 1; parte de esta mezcla será colocada en el fondo de la cepa y sobre ella se colocará la planta, retirando previamente la bolsa de plástico que la contiene. El resto de la mezcla de suelo-abono orgánico se empleará para terminar de llenar la cepa con la planta, tal y como lo muestra la Figura XII-1. El cajete se formará con la tierra de la cepa sobrante, formando un círculo de aproximadamente 1 m de diámetro.

#### XII.5.2 Programa de conservación de suelo

Para la revegetación, se propone el establecimiento mediante una cubierta a partir de herbáceas (en general, en todas las obras de conservación de agua y suelo), en donde se utiliza alguna especie de gramínea como por ejemplo, para el establecimiento de la cubierta vegetal el zacate Rhodes *Chloris gayana*, que de acuerdo con sus características ambientales, se adapta a los factores climáticos de la zona. Se recomienda la siembra a razón de 7 Kg de semilla pura viva por hectárea. Será necesario preparar la cama de siembra reincorporando el material de despalme en una capa sensiblemente homogénea, proponiendo, además, la incorporación al suelo de 2 ton/ha de composta o algún abono orgánico mezclándose con el suelo de despalme.

Además de lo anterior, se proponen construir zanjas de infiltración con las siguientes dimensiones 2 m de largo x 1 m de ancho x 0.5 m de profundidad, por lo que cada zanja de infiltración tendría una capacidad de retención de 1 m<sup>3</sup> por evento de lluvia (Ver Figura XII-2).

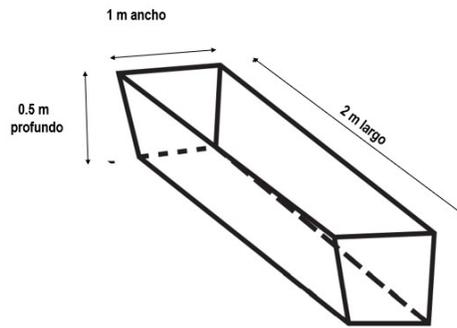


Figura XII-2. Esquema de una zanja de infiltración con las medidas propuestas

El volumen máximo que podría escurrir del área de drenaje de cada zanja es de 25.61 litros, y si la capacidad de almacenamiento de agua de la zanja es de 1,000 litros, se considera que la capacidad de la tina es suficiente para almacenar un evento extraordinario que se presente en promedio al menos una vez cada cinco años.

Basándose en los cálculos anteriores y realizando los ajustes para fines prácticos de construcción, se implementará un sistema de zanjas ciegas con las siguientes dimensiones cada una: 2 metros de largo por 1 metro de ancho y 0.5 metro de profundidad, con un espaciamiento entre zanjas de 3 metros verticalmente por 15 metros horizontalmente, como se puede observar en el siguiente esquema.

De acuerdo con los cálculos anteriores para mitigar la pérdida de 1,772.96 m<sup>3</sup> de agua al año por reducción de infiltración (1,214.56m<sup>3</sup>) y aumento en el volumen de escurrimiento (553.58 m<sup>3</sup>), se propone la construcción de 28 zanjas ciegas de 2 metros de largo por 1 metro de ancho y 0.5 metro de profundidad cada una; cada zanja captará 1 m<sup>3</sup> por día de lluvia. De acuerdo con las normales climatológicas reportadas para la zona se cuenta con 64.3 eventos de lluvia al año, con lo cual se estima que cada zanja capture 64.3 m<sup>3</sup>/año, y en conjunto las 28 zanjas infiltren 1,800 m<sup>3</sup> anuales, por lo que el impacto generado será compensado al 100%.

Estas obras se construyen manualmente con herramientas o con maquinaria, siguiendo una curva de nivel que se trazan usando el clisímetro, nivel de manguera, o nivel montado. Se recomienda su establecimiento en regiones con precipitaciones superiores a 700 mm por lo que la zanja debe de tener el fondo a nivel, para que el agua no se estanque en un determinado tramo. Son estructuras limitadas por la profundidad del suelo y que se proyectan cuando no es posible la construcción de la terraza de base ancha. Se adapta a terrenos con pendientes de 5 a 40 %; sin embargo el área del proyecto presenta una precipitación menor a la recomendada,

aunado a que la geología específicamente en el área de CUS, cuenta con un alto grado de permeabilidad, presentándose el proceso de infiltración en la parte baja de la microcuenca, en donde los suelos son profundos y planos, sitio en donde se ubicarán las obras, lo que será favorable para aumentar las capacidad potencial de infiltración en las obras.

Las Zanjas de Infiltración contarán con un bordo (10 cm aguas abajo de la zanja) que se debe compactar y mantener con vegetación para evitar que los escurrimientos arrastren el suelo, de ser posible se deben sembrar pastos o árboles para estabilizar el bordo.

Objetivo:

Captar agua, almacenarla y propiciar su infiltración en el suelo.

Procedimiento de diseño:

Para el diseño de las obras, se siguió la metodología propuesta en el Manual para el desarrollo de obras de conservación de suelos (Lemus M. y Navarro G. 2003), la cual considera de manera sistematizada los pasos señalados en la Figura XII-3.

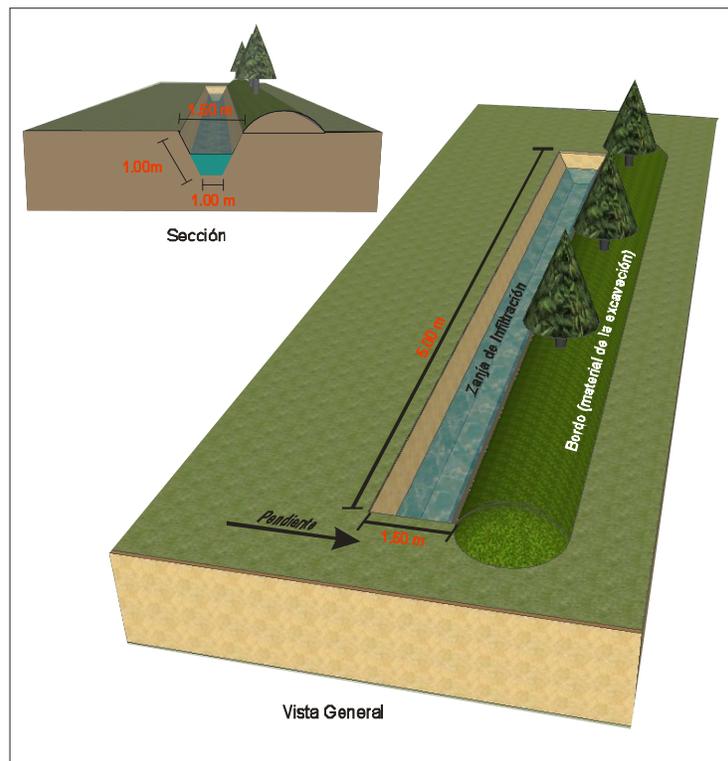


Figura XII-3 Diseño Zanjas de Infiltración.

El volumen producto de la excavación de cada Zanja de Infiltración, se colocará aguas abajo de la pendiente y podrá ser utilizada como área de reforestación y revegetación con gramíneas.

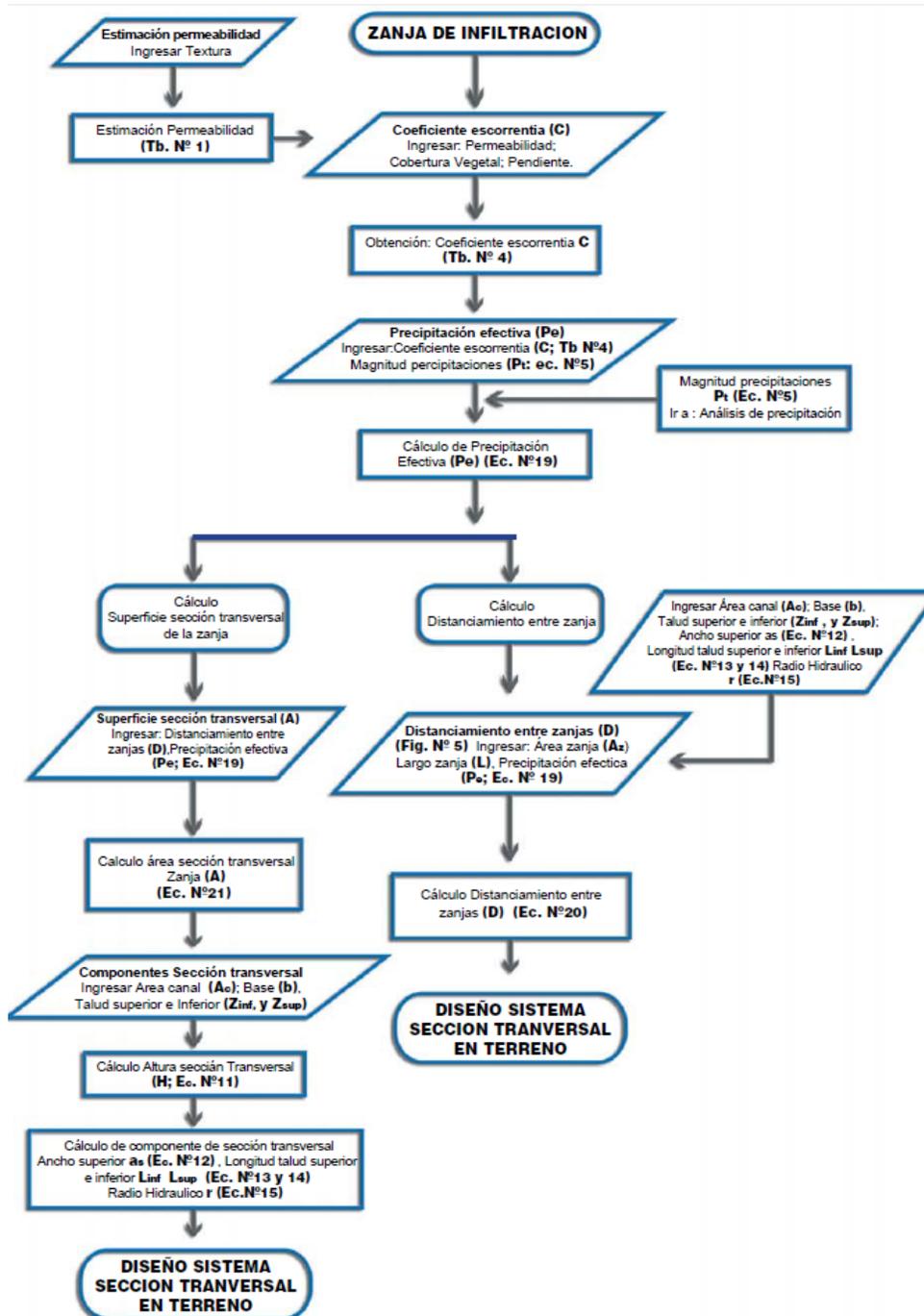


Figura XII-4 Diagrama sistematizado para el cálculo de Zanjias de Infiltración.

Fuente: Manual para el desarrollo de obras de conservación de suelos (Lemus V. y Navarro V. 2003)

Meta: Establecimiento de la cubierta vegetal

Indicador: Cobertura

### **XII.5.3 Programa de rescate de especies de flora y de fauna**

Para el área del proyecto no se reportó fauna que pueda verse afectada por las actividades inherentes al proyecto. Sin embargo, se elaborará un programa de rescate de las especies de flora y fauna que se pudieran presentarse en los frentes de trabajo; este programa se aplicará en caso de ser necesario. Asimismo, se instrumentará una campaña de información para la colaboración de los trabajadores, indicándose mediante el apoyo de gráficos, las acciones a seguir para el manejo adecuado de las especies de flora y fauna, a fin de no provocarles daño alguno.

A continuación, se presentan las acciones que deberán conocer y seguir todo el personal de la obra:

- Trabajar únicamente dentro del perímetro delimitado para la realización del proyecto.
- Evitar la quema de vegetación o basura, así como acciones que puedan provocar incendios.
- Previa apertura de los frentes de trabajo, se realizarán recorridos en busca de ejemplares a fin de ser reubicados.
- En cualquiera de los casos, la reubicación de individuos se realizará tomando en cuenta la ubicación original.
- No se practicará el comercio ni se usará para alimento ninguna de las especies forestales maderables y no maderables encontradas en el área del proyecto, no obstante y de ser requerido, solo aquellas que sean afectadas por el Cambio de Uso de Suelo y que los dueños y/o poseedores del recurso se interesen en obtener alguna remuneración económica.
- Se deberán extremar los cuidados sobre las especies con algún estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010), que se encuentren dentro de las áreas en las que se realizará el Cambio de Uso de Suelo, para lo cual se ejecutará el Programa de Rescate de Fauna.
- El desmonte se llevará a cabo por medios mecánicos (motosierra), y en los casos en que sea posible, por medios manuales (hachas y machetes); de ser requerido y en casos muy puntuales se hará el uso de maquinaria para la extracción de vegetación difícil.
- El derribo del arbolado deberá hacerse sólo dentro de la superficie otorgada en el resolutive de Cambio de Uso de Suelo, además de efectuarse en forma direccional para evitar la afectación de la vegetación circundante.
- Se deberán rescatar a los organismos de fauna que pudieran quedar atrapados durante la realización del proyecto; en el caso de encontrar nidos o madrigueras con cachorros, se mantendrán en jaulas o corrales para su posterior liberación.

- Se deberán identificar los posibles nidos, ocupados o con actividad. Identificados los nidos, se realizarán tareas de reubicación de los mismos de manera tal que se preserve al organismo y a sus crías en sitios de condiciones similares.
- Queda totalmente prohibido abrir nuevos caminos de acceso o realizar barrenaciones que no se hayan señalado en el presente Estudio.
- Se deberán evitar el uso de productos químicos en el manejo de la vegetación a efecto de evitar incendios forestales, contaminación del suelo y del agua.

#### **XII.5.4 Sitios de reubicación.**

Las especies identificadas para ser rescatadas, deberán ser reubicadas en sitios semejantes al original, es decir, en condiciones similares de vegetación, suelo y agua, a fin de favorecer su óptimo desarrollo.

Durante esta reubicación se tratará, en todos los casos, que los sitios seleccionados se asemejen a los de procedencia. Ver Anexos, Área de Reubicación de Especies de Flora y Fauna.

#### **XII.5.5 Programa de rescate de especies de fauna**

Antes y durante el despalme y desmonte de las diferentes áreas será necesario llevar a cabo un programa de rescate de fauna por personal especializado en el manejo de fauna silvestre.

Se deberá realizar un modelo para localizar las áreas que van hacer afectadas para poner vital atención a estos puntos.

Además, será necesario establecer una interacción con alguna institución gubernamental o civil encargada de la recuperación de la fauna silvestre dañada o perjudicada con las diferentes actividades realizadas por el proyecto, para que posteriormente sean liberadas en perfectas condiciones, y con esto asegurar la supervivencia de la fauna.

**A continuación, se presentan las acciones que deberán conocer y seguir todo el personal de la obra o personal especializado:**

- Realizar una revisión constante de estas zonas para el rescate de las especies.
- Utilizar las técnicas de captura adecuadas para cada grupo; esto para la seguridad del animal como para la del personal.
- Realizar ahuyentamiento y posterior bloqueo de cuevas, para evitar el regreso de especies que las habitan.
- Efectuar recorridos en la zona, para observar cualquier anomalía relacionada con la fauna afectada.
- Informar a la comunidad aledaña para su apoyo en el rescate.

- Establecer un sitio temporal equipado con jaulas para el resguardo de los organismos rescatados, para su posterior liberación.
- Reubicar las especies en sitios más seguros, considerando las condiciones ambientales donde fue rescatado, para posteriormente, realizar su liberación en lugares con características ecológicas similares a los requerimientos de cada especie.
- Realizar un marcaje de los organismos rescatados para continuar con su monitoreo en la zona.
- Buscar individuos de fauna que hayan sido afectados o dañados por las actividades de máquinas y/o personal relacionado con la realización del proyecto, para posteriormente rehabilitarlos en un centro de recuperación de fauna.

### **XII.5.6 Técnicas de Rescate, Protección y Conservación**

En este apartado se describen las técnicas de manejo, contención y transporte de fauna silvestre, que pueden usarse en las tareas de rescate y movilización de las especies que son de interés para este programa. Para los grupos con gran capacidad de desplazamiento como es el caso de las aves y murciélagos, no se considera necesaria la aplicación de técnicas de captura o de rescate. Sin embargo, se describen técnicas para esos grupos a fin de facilitar información que permita atender cualquier situación emergente. A continuación, se detallan las técnicas que permitirán atender la mayoría de las contingencias que pueden suscitarse.

Se deberá ahuyentar a las especies de fauna presentes en las áreas y en su caso, rescatar, reubicar y liberar a los individuos de lento desplazamiento; el derribo de la vegetación, deberá realizarse de manera paulatina y avanzando en una dirección que permita el desplazamiento de la fauna.

El rescate es concebido como el retiro de fauna de sitios de alto riesgo, y solo en ciertos casos se considera la translocación de individuos. Por consiguiente, se prevé que la liberación de la mayoría de los animales rescatados se realice en áreas próximas al lugar de su captura.

Para atender aquellos animales que pudieran encontrarse dañados o en condiciones inconvenientes para ser liberados inmediatamente, se recomienda acondicionar un espacio como centro de cuidado y resguardo de la fauna rescatada. Pero, como se espera que la mayor parte de la fauna rescatada sea liberada inmediatamente, dicho espacio de recuperación y resguardo puede ser provisional.

#### **XII.5.6.1 Técnicas para aves**

Por su capacidad de vuelo, el grupo de las aves enfrentará pocos riesgos durante el proceso de desmonte y despalme en los sitios a ser intervenidos. Por esta razón no se visualiza aplicar un programa de rescate como tal para el grupo de las aves. Sin embargo, es de vital importancia revisar si existen nidos en las áreas a perturbar; estos nidos se revisarán para cerciorarse si están activos o inactivos, de ser activos se procederá a

su relocalización o de ser necesario incubar de manera artificial los huevos con las particularidades necesarias para cada especie y con esto liberar más adelante a estos organismos.

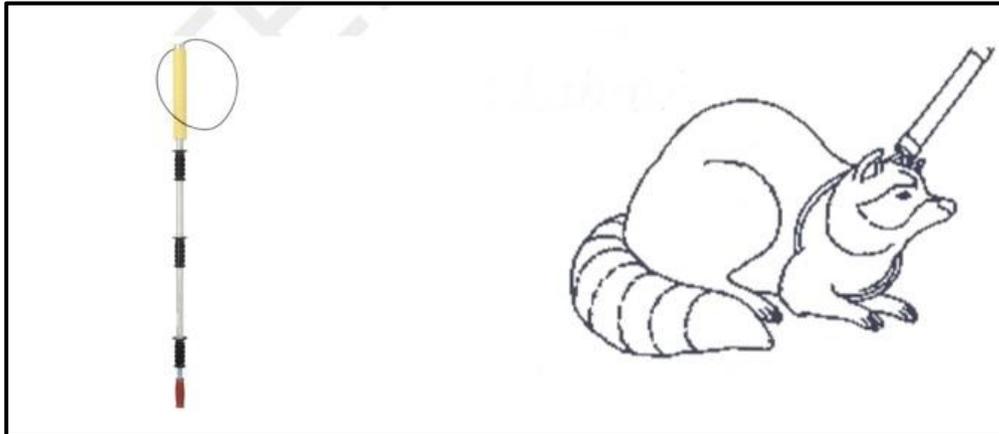
Si fuera necesario capturar a las aves para retirarlas de áreas de alto riesgo, se pueden usar redes de niebla. Las más recomendables son de 12 x 2.5 m, con una luz de malla de 36 mm; con ese tamaño se pueden capturar desde aves pequeñas, como colibríes y gorriones, hasta aves de tamaño medio como palomas. Para especies como búhos y rapaces se puede utilizar el mismo tipo de redes, pero con luz de malla de entre 50-60 mm. El manejo de este tipo de redes es relativamente fácil, pero se requiere de personal capacitado para manipular a las aves capturadas, a fin de evitar que éstas sufran daños.

#### XII.5.6.2 *Técnicas para mamíferos*

##### **Captura manual**

Esta información está referida a especies de talla grande y mediana. En caso de encontrarse crías de estas especies, éstas pueden ser capturadas directamente con las manos, sujetándolas por la piel del cuello tal y como lo hace su madre para transportarlos. Para la captura de juveniles se puede utilizar un bastón de control, el cual tiene en su extremo un lazo corredizo. El lazo siempre debe sujetar el cuello y una de las extremidades delanteras al mismo tiempo (Ver Figura XII-5), y nunca debe sujetar únicamente el cuello, porque puede dañarse gravemente a los animales. En lugar de lazo también se puede utilizar una red, que sea de una malla lo suficientemente fina como para evitar que el animal saque las garras a través de ella. Los adultos de animales como el mapache, cacomixtle o zorra gris, pueden ser capturados usando el bastón o las redes. Los felinos de tamaño pequeño o mediano pueden ser atrapados con red, teniendo en cuenta que si se trata de un animal lastimándose se comportará agresivo. Después de tener controlado al animal deberá colocarse en una caja transportadora para moverlo al sitio de liberación.

Se recomienda reducir al máximo cualquier estímulo adicional que pueda alterar aún más a los organismos manejados. Por lo tanto, los ojos de los animales capturados deberán ser cubiertos con algún paño o cubrir la caja transportadora con una manta y evitar exponerlos a ruidos fuertes.



**Figura XII-5 Bastón de control y de uso**

Artiodáctilos. Tanto el venado cola blanca como el jabalí, se encuentran potencialmente en el área que será afectada.

En caso de encontrar alguna cría de alguna de estas especies, podrá ser capturada con la ayuda de una red. Los adultos son muy difíciles de capturar manualmente. Sin embargo, de ser necesario, como en el caso de que el animal haya quedado acorralado en un área donde le sea imposible salir, se puede intentar capturarlo con una red buscando inmovilizar sus extremidades lo más rápido posible, para evitar que el personal encargado de la captura sea golpeado; es importante mencionar que se debe tener cuidado con las astas (si estas están presentes), ya que pueden ocasionar lesiones severas.

Preferentemente, se deberán realizar labores de disuasión de los adultos, para que éstos se desplacen por sí mismos a sitios protegidos y sobre todo fuera de las áreas de afectación mediante los trabajos de desmonte y despalme.

### **Captura por trampeo**

Para la captura de carnívoros de tamaño mediano se pueden utilizar trampas tipo cepo. En la actualidad este tipo de trampas cuentan con protecciones de caucho para evitar que los animales se lesionen. Para la captura de mamíferos en general (mapaches, tlacuaches, armadillos, etc.) también se pueden usar trampas de caja tipo Tomahawk.

### **Traslado**

Los animales capturados se trasladarán al sitio elegido para la liberación, esto se deberá hacer lo antes posible con el fin de minimizar el estrés en el individuo. En caso de encontrar crías o adultos con algún tipo de lesión que ponga en riesgo su sobrevivencia se mantendrán en cautiverio para ser evaluados, para su posterior liberación.

### XII.5.6.3 **Técnicas para Herpetofauna.**

#### **Anfibios**

Para la captura de anfibios adultos se puede utilizar una red entomológica. Las colectas nocturnas de ranas y sapos son más productivas si se realizan en época de reproducción, cuando llegan las lluvias. Las ranas pequeñas de hojarasca pueden ser capturadas con la mano, levantando troncos, rocas y removiendo la hojarasca aglomerada en el suelo. Los animales recolectados deberán depositarse en bolsas de plástico para ser transportados, siempre cuidando que tengan la humedad adecuada para evitar que se deshidraten y mueran. Preferentemente, deberán depositarse en bolsas separadas, según la especie y el sitio de colecta.

#### **Reptiles**

Las lagartijas y otros pequeños reptiles pueden ser capturadas atrapándolos directamente con la mano. Las lagartijas y serpientes son más fáciles de encontrar buscando en sitios potenciales de refugio, volteando rocas y troncos, o debajo de la corteza de los árboles (para especies arborícolas). Para seguridad del colector se recomienda utilizar en esta tarea, un par de guantes de cuero a fin de prevenir cortadas en las manos, así como mordeduras y picaduras de algunos artrópodos.

Se deberán tomar previsiones para evitar mordidas de las serpientes venenosas que habitan en el área del estudio. Por eso, los troncos y las rocas deben voltearse hacia el trabajador, para que sirvan como barrera entre éste y el organismo (serpiente).

Muchas lagartijas y serpientes pueden ser capturadas más fácilmente durante sus períodos de actividad que cuando están en sus refugios. Para muchas especies diurnas, el mejor momento para buscarlas es a media mañana, cuando se encuentran asoleándose para elevar su temperatura corporal. La manera más fácil de capturar a las lagartijas o las serpientes no venenosas es sujetarlas con una mano abierta y cóncava, teniendo cuidado de no aplastarlas. De preferencia se deben usar guantes, ya que algunas especies pueden propinar mordidas fuertes.

Las lagartijas también se pueden capturar usando ligas, con las cuales se les golpea para producir una inmovilización temporal que permite su captura. Otro método de captura es el lazo, el mismo se puede usar para las especies de lagartijas, iguanas y agámidos que suelen alejarse rápidamente y evaden la captura manual. El lazo consiste en un poste largo (caña), en cuyo extremo se coloca una cuerda en forma de asa con nudo corredizo, que se pone alrededor del cuello del reptil y se jala con rapidez, para sujetarlo firmemente (Casas-Andreu *et al.*, 1991). Los lazos para animales pequeños pueden construirse utilizando una vara delgada y un hilo dental o de pesca. Los lazos para trabajo pesado consisten de un poste largo y una cuerda resistente y ligera; éstas son especialmente útiles para capturar iguánidos. Frecuentemente, las lagartijas pelean con

violencia, así que la lazada debe aflojarse y ser removida lo antes posible. La lazada sirve mejor para especies que tienen cuellos bien diferenciados, como iguanas y otras lagartijas.

Las lagartijas grandes, tales como iguanas, deben ser levantadas a dos manos, con la segunda mano debajo sosteniendo la parte baja del abdomen, pelvis/cadera y la base de la cola, teniendo cuidado de mantenerla alejada del rostro para evitar el latigazo de la cola. Estas lagartijas grandes pueden manejarse soportando su cuerpo a lo largo del antebrazo, con la palma y dedos debajo del pecho/cuello y la cola colgando entre nuestro antebrazo y la caja torácica.

Las serpientes venenosas pueden ser capturadas inmovilizando su cabeza, con ayuda de un gancho herpetológico o un palo con horqueta. A la serpiente se le recoge sujetándola firmemente de su cuello (pero cuidando de no asfixiarla), con los dedos pulgar e índice.

Algunas especies grandes pueden ser recogidas primero por la cola y después atrapadas por el cuello. Se recomienda usar los “*snaketongs*”, que son fórceps largos accionados por un gatillo, para capturar a las serpientes, y evitar de preferencia el uso de palos, ya que pueden lastimar al animal. Aunque la mayoría de las capturas pueden realizarse manualmente, se recomienda utilizar las herramientas antes mencionadas para reducir el peligro y evitar accidentes.

### **Recomendaciones.**

El seguimiento deberá ser desarrollado por personal especializado en el área, especialmente en períodos claves de reproducción.

Es conveniente seguir una metodología que permita la comparación de los datos obtenidos con los resultados en otras áreas del proyecto que estén actualmente en operación.

Se recomienda realizar el seguimiento al menos durante los primeros cinco años de operación.

## **XII.6 Programa de vigilancia ambiental**

Como parte del programa de vigilancia ambiental la promovente contará con el apoyo directo de una residencia ambiental, quien llevará a cabo las acciones de vigilancia de cumplimiento de las disposiciones emitidas en el resolutive correspondiente.

Así mismo; supervisará la cabal aplicación de las medidas de mitigación y compensación, realizando de manera periódica reportes donde se asienten los avances, problemáticas y soluciones de éstas, las cuales serán acompañadas de una memoria fotográfica. Dicho documento será presentado a las autoridades en los períodos que se establezcan, considerando que para que estos reportes reflejen avances sustanciales deberán ser cada 2 meses.

De igual manera, se espera que la autoridad verifique de manera física el contenido de dicho informe, a través de visitas de su personal técnico y detecte en su momento, las anomalías que se llegaran a presentar para aplicar en tiempo y forma las correcciones pertinentes.

La garantía de que la promovente cumpla con lo considerado en el ETJ para la mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales, se derivará de la vigilancia que ejerzan las autoridades para el fiel cumplimiento de la Autorización Condicionada en Materia de Cambio de Uso de Suelo. Dentro del programa de vigilancia ambiental propuesto, se prevé la presentación de manera periódica, de informes de avances de actividades, en donde se detallen de manera textual y gráfica las acciones ejercidas para la mitigación, compensación y restauración de los impactos.

La promovente ha incluido dentro de los costos del proyecto, una partida específica para el rubro ambiental y en donde se incluye personal capacitado para darle seguimiento, supervisión y apoyo a las disposiciones ambientales. El equipo ambiental deberá estar compuesto por al menos 2 biólogos, 1 ingeniero ambiental y 1 abogado especializado en derecho ambiental.

Como parte de Programa de Vigilancia Ambiental se propone:

- La presencia de personal capacitado para la supervisión de las obras en el sitio del proyecto.
- La presentación a la autoridad de forma periódica de informes de avances la cual incluya:
- Bitácora de obra.
- Memoria técnica de la ejecución de las obras realizadas.
- Memoria fotográfica.
- Croquis de ubicación de las acciones realizadas.
- Superficie y cuantificación de las obras realizadas.
- Monitoreo de las acciones realizadas.
- Evaluación de la efectividad de las acciones realizadas.

Dicho informe será debidamente integrado, firmado por la promovente y el consultor contratado para la supervisión y presentado en la ventanilla de la Delegación de SEMARNAT y PROFEPA del estado de Sinaloa.

Con la información contenida en estos informes se podrá establecer el cumplimiento por parte de la promovente de cada una de las acciones ejecutadas en el sitio del proyecto. Asimismo, se evaluará la efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación y servirá también para la toma de decisiones en caso de que alguna medida no cumpla con los resultados esperados. Este informe se propone que se presente por lo menos de manera trimestral.

Las medidas de conservación de los diferentes factores ambientales, como lo son el suelo, agua, vegetación, fauna, etc., estarán apegadas en todo momento a los reglamentos, leyes y normas de las diferentes instituciones encargadas del seguimiento de este tipo de proyectos.

Una vez analizadas las condiciones que presentan los predios sujetos a realizar el cambio de uso de suelo y en donde se identifica que las tendencias de cambio, se presenta un escenario a futuro en el que el desarrollo del proyecto seguirá creciendo y encaminando a las superficies aledañas a sufrir afectaciones.

Por lo anterior, las tendencias de cambio indican el aumento de los impactos en el área, degradando paulatinamente el entorno ambiental.

Tomando en consideración lo anterior y que la zona motivo del presente estudio se encuentra altamente impactada por la actividad agropecuaria, el escenario futuro con el proyecto, se vislumbra favorable ya que el abandono productivo está diseñado para que una vez aplicadas las medidas de conservación de suelo y agua vuelva a las actividades originales.

Meta: Cumplimiento de la aplicación de las medidas de mitigación

Indicador: Reporte de avance de actividades.

#### **XII.6.1 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación**

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante todo el tiempo que contemple cada fase del proyecto. Todas estas acciones estarán vigentes durante el tiempo que dure el proyecto “Palos verdes”, ya que los avances del desmonte se realizarán de acuerdo a las necesidades y conforme se avance en el proyecto.

#### **XII.6.2 Especificaciones y procedimientos durante las fases del proyecto**

Durante las actividades de Preparación, Operación y Abandono se deberán tomar en cuenta y llevar a cabo las medidas de mitigación anteriores.

Debido a la naturaleza del proyecto, no se contempla que exista material de desecho, por lo que no será necesario localizar sitios que en un futuro sirvan como relleno sanitario. Los residuos sólidos previstos a eliminar son solo restos de material orgánico de las comidas que realizarán los trabajadores; las refacciones, grasas y aceites que deberán de ser manejados por empresas autorizadas para ello, por ser residuos peligrosos.

#### **XII.6.3 Impactos residuales**

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Entre los principales impactos residuales negativos por la operación del proyecto “Palos verdes”, será la eliminación de la cubierta vegetal. Así mismo, los procesos erosivos continuarán en menor medida, hasta en tanto no se estabilicen la cobertura vegetal.



Los impactos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación son:

- Impacto sobre la distribución de la fauna y flora.
- Modificación del paisaje actual.
- Derribo de especies arbóreas.
- Pérdida de suelo por erosión.

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

En este apartado se describen los servicios ambientales afectados con el Proyecto de Exploración para la Extracción Mineral Palos Verdes. De acuerdo con la legislación mexicana, la regulación, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y sus servicios ambientales son actividades que se deben contemplar en un proyecto. Dichas actividades están contempladas como objetivo de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente en México<sup>1</sup>. En la fracción XXXIX del Art. 7 se define a los servicios ambientales como aquellos que *“brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;”* (LGDFS, Art. 7, Fracción XXXIX). Esta definición implica la existencia de una gran diversidad de servicios ambientales que pueden resultar impactados con el desarrollo de un proyecto, siendo los señalados aquí los que se han reconocido en forma genérica con mayor amplitud.

La expresión servicio natural o servicio ambiental, fue introducido por Robert Costanza y sus colaboradores en trabajos científicos orientados a valorar el medio natural en un lenguaje compatible con el de la economía estándar, que rechaza hablar de valor si no es en términos estrictamente monetarios. Este término fue acuñado para designar a cada una de las utilidades que los procesos ecológicos de los ecosistemas naturales suministran a la humanidad en su conjunto, o a una población local y representan una gran e importante gama de servicios gratuitos de los que dependemos.

Estos incluyen: mantenimiento de la calidad gaseosa de la atmósfera (la cual ayuda a regular el clima); mejoramiento de la calidad del agua; control de los ciclos hidrológicos, incluyendo la reducción de la probabilidad de serias inundaciones y sequías; protección de las zonas costeras por la generación y conservación de los sistemas de arrecifes de coral y dunas de arena; generación y conservación de suelos fértiles; control de parásitos de cultivos y de vectores de enfermedades; polinización de muchos cultivos; disposición directa de alimentos provenientes de medios ambientes acuáticos y terrestres; así como el mantenimiento de una vasta “librería genética” de la cual el hombre ha extraído las bases de la civilización en la forma de cosechas, animales domesticados, medicinas y productos industriales.

---

<sup>1</sup> Ver Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con reformas vigentes publicadas en el DOF 07-06-2013. Recuperada de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>

Regularmente, los servicios ambientales son gratuitos para la gente que disfruta de ellos, mientras que los dueños y poseedores de las tierras donde estos se dan, que los proveen, no son compensados en forma alguna por ello.

Detrás del concepto de servicio natural hay análisis que demuestran que la Naturaleza ofrece algo más que valores estéticos, como la belleza del paisaje o un hábitat para la fauna, aunque el valor recreativo es el más fácil de reconocer, y es el fundamento de actividades económicas importantes, pero los mayores beneficios (y perjuicios) no son apreciables sin una visión integrada de la naturaleza y de la inserción de la humanidad en ella.

### **XIII.1 Caracterización del cambio de uso de suelo que origina los impactos.**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Art. 93, Reforma 26-04-2021) se podrán autorizar cambios de uso de suelo en terrenos forestales cuando los estudios técnicos, considerados en conjunto y no de manera aislada, demuestran que no se compromete la biodiversidad ni se provoquen la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que demuestran que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. La superficie forestal afectada es por lo tanto un primer indicador de la magnitud y localización de los impactos del proyecto.

En el caso del Banco de Material Extracción Minera Palos Verdes, la superficie afectada constituye una proporción mínima del sistema ambiental estudiado y se localiza en una zona que guarda características naturales muy similares a un amplio entorno regional por lo que los impactos sobre los servicios ambientales no son muy grandes en comparación con lo que ofrece el área de estudio en su conjunto.

Las superficies a ocupar por diferentes obras del proyecto Extracción Minera Palos Verdes están definidas con la intención de hacer un uso óptimo de los sistemas, así como para el tratamiento de los residuos que se generen durante la obra y facilitar las acciones de rehabilitación ambiental que se desarrollarán al terminar la extracción.

### XIII.2 Identificación de servicios ambientales.

Tomando como base la legislación vigente que contempla una gran diversidad de servicios ambientales afectables, en el caso del proyecto Extracción Minera Palos Verdes se usaron enfoques participativos con juicios de expertos para identificar los servicios ambientales más significativos que pueden salir afectados con el proyecto. Uno de los objetivos del enfoque era generar una conceptualización de servicios ambientales que reflejará los intereses locales en los impactos del proyecto y en las medidas de mitigación posibles.

Para ese fin se realizó un ejercicio de evaluación sobre un concepto que define a los servicios ambientales como flujo de bienes y servicios generados por los ecosistemas que benefician a la naturaleza y que son valorados por la población de la zona y por la sociedad en general sin que ello signifique que se tiene un acuerdo sobre el valor específico de los distintos servicios. Tomando en cuenta el contexto socioambiental de la zona la evaluación de los seis servicios considerados como más valiosos en la zona, mismos que quedaron establecidos como sigue:

- a) Provisión de alimentos
- b) Soporte para la biodiversidad
- c) Disponibilidad y calidad de agua
- d) Transporte y distribución de sedimentos
- e) Soporte de valores socioculturales
- f) Soporte de actividades productivas

En el presente ejercicio de evaluación se considera a cada uno de los servicios anteriores como un flujo cuya producción y sustentabilidad son resultado de la existencia e interacción de múltiples componentes de la naturaleza y de las diversas relaciones de interacción sociedad-naturaleza que existen en la región, y, atendiendo a lo contemplado en la legislación se considera que estos servicios pueden agregarse a la lista de los servicios señalados explícitamente en la ley, por lo que la lista contemplada queda como se indica en la Tabla XIII-1 y ver *Anexos: Capítulo X, Metodología Balance Hidrometeorológico Anua*.

**Tabla XIII-1 Identificación de los servicios ambientales y afectaciones generales por polígono.**

Servicios ambientales identificados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Valoración de afectación general con el cambio de uso de suelo del proyecto Extracción Minera Palos Verdes
A) Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	Si
B) Captura de carbono de contaminantes y componentes naturales	Si
C) Generación de oxígeno	Si
D) Modulación o regulación climática	Si

Servicios ambientales identificados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Valoración de afectación general con el cambio de uso de suelo del proyecto Extracción Minera Palos Verdes
E) Paisaje y recreación	Si
F) Protección de la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida	Si
G) Protección y recuperación de suelos	Si
H) Provisión de agua en calidad y cantidad (disponibilidad)	Si
I) Provisión de alimentos	Si
J) Soporte de actividades productivas	Si
K) Soporte de valores socioculturales	Evaluable en procesos de negociación
L) Transporte y distribución de sedimentos	Contemplado como contenido en el resto de servicios ambientales

Fuente: elaboración propia con datos específicos del Proyecto Extracción Minera Palos Verdes y la LGDFS

### XIII.2.1 Captura de carbono de contaminantes y componentes naturales.

La captura de carbono se refiere a la conservación de ese elemento en suelos y bosques (Torres y Guevara, 2002). Este es un servicio ambiental asociado a la presencia de suelos con superficie forestal. Si bien la cantidad de carbono capturado puede variar con el tipo de cubierta forestal de que se trate y la estructura de la vegetación, en términos generales su afectación se deriva de la pérdida de dicha cobertura ya que la estimación de carbono capturado tiene que ver con la biomasa de los organismos vivos presentes en un territorio. En este sentido el inventario forestal es un indicador que revela si se pierde o gana en el servicio ambiental de captura de carbono.

El principio general para considerar el servicio de captura de carbono perdido en un proyecto es sopesar la cobertura vegetal y la biomasa que se pierde en las diversas hectáreas que son afectadas. Torres y Guevara (2002), reportan que para México las áreas naturales protegidas tienen un potencial de absorción de carbono que va de 40 a 130 toneladas anuales de carbón por hectárea<sup>2</sup>.

El proyecto influye en la pérdida de servicio de captura de carbono, pero las afectaciones varían según el uso de suelo existente en los polígonos donde se solicita el cambio de uso de suelo. Para estimar el impacto del proyecto en este servicio ambiental se consideró el tipo de cubierta forestal, considerando que las densidades forestales en el predio son relativamente escasas en comparación con áreas naturales protegidas, se considera un promedio de 85 toneladas de captura de carbono en el tipo de vegetación del proyecto.

<sup>2</sup> Ver, Torres Rojo, Juan Manuel y Guevara Sanginés Alejandro. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. En *Gaceta Ecológica* Núm. 63. Pp. 40-59. Recuperada de: <http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Torres-y-Guevara-2002.pdf>

Lo anterior permite distinguir un impacto que va hasta 485 toneladas por hectárea con lo cual se obtienen los valores señalados en la Tabla XIII-2.

**Tabla XIII-2 Impactos en el servicio de captura de carbono.**

Toneladas de Carbono Capturado que se pierden	
Uso de suelo	Polígono CUS Extracción Minera Palos Verdes
Selva Baja Caducifolia	4.25

### **XIII.2.2 Producción de oxígeno.**

El cambio de uso de suelo con cobertura forestal para los caminos de exploración de la Minera Palos Verdes, tiene impactos en el servicio de producción de oxígeno pues se estima que en paisajes con las características observadas en los polígonos estudiados cada hectárea deforestada deja de producir una cantidad de oxígeno asociada al carbono capturado.

El grado de afectación a la producción de oxígeno es muy variable puesto que no todos los polígonos afectados tienen la misma capacidad de generación de oxígeno debido a las variaciones en la cobertura vegetal existente (Ver Tabla XIII-3). Las zonas de bosque tienen una mayor capacidad que las zonas agrícolas.

Considerando entonces que un árbol adulto de una selva baja caducifolia produce de entre 20 y 50 kg de oxígeno por año, y que, con base en los muestreos realizados se tiene una densidad de 316 (individuos por hectárea es posible pronosticar una producción de oxígeno al año de 8,927 kg

**Tabla XIII-3 Impactos en el servicio de producción de oxígeno.**

Toneladas de Oxígeno por año, en el área de CUSTF	
Uso de suelo	Polígono CUS Extracción Minera Palos Verdes (0.565 Ha)
Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	8,927 kg de oxígeno

### **XIII.2.3 Modulación y regulación climática.**

Se refiere a la influencia que tiene la cobertura del suelo sobre los procesos atmosféricos y los patrones de clima observados a distintas escalas que van desde lo global hasta los microclimas observados en determinados territorios. La cubierta forestal contribuye a mantener un clima favorable y a mejorar la calidad del aire. Los cambios de uso de suelo entre los que se destaca la deforestación han sido identificados como una de las fuentes de cambio climático debido a que dichos cambios se reflejan en incrementos en las emisiones de bióxido de carbono, la concentración global de metano, óxido de nitrógeno y cambios en albedo superficial<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Ver, Working Group 1 Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007, The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press. Recuperado de: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4\\_wg1\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf)

Sin embargo dada la magnitud de las áreas que conforman los diferentes polígonos, sobre todo los que observan un cambio de uso de suelo permanente se considera que el impacto del cambio de uso de suelo no será significativo incluso a nivel del AE.

El grado de afectación que se puede registrar en el polígono estudiado es medido en términos de la superficie afectada medida en hectáreas lo que permite tener un indicador de afectación estandarizado al que se le puede asignar un valor específico en el siguiente apartado. De esta manera, las hectáreas afectadas son en una cantidad similar al total de hectáreas para las que se solicita el cambio de uso de suelo (ver Tabla XIII-4).

**Tabla XIII-4 Impactos en el servicio de modulación de regulación climática.**

Hectáreas que dejan de contribuir a la regulación climática por polígono y uso	
Uso de suelo	Polígono CUS Extracción Minera Palos Verdes
Selva Baja Caducifolia	0.565

#### **XIII.2.4 Paisaje y recreación.**

El servicio de paisaje y recreación es resultado de los usos que hace la población de los recursos naturales asociados a la contemplación estética de la naturaleza y la realización de actividades lúdicas, que incorporan algún componente de la naturaleza (agua, suelo, cubierta forestal) para ese tipo de actividades. Se trata por lo tanto de un servicio constituido por la interrelación humana con la naturaleza con base en construcciones subjetivas de su valor que cambian según características temporales y variaciones estacionales de las condiciones naturales en un sitio específico (ver Tabla XIII-5).

La medición de los impactos que causa el cambio de uso de suelo en este servicio es por lo tanto factible en unidades de superficie que registran el cambio de uso de suelo con lo cual la prestación del servicio en condiciones originales es suspendido, o por lo menos transformado pudiéndose dar la posibilidad de que la cantidad de personas que hacen uso del servicio disminuya o incluso se incremente debido a variaciones en la accesibilidad o los equipamientos complementarios para disfrutar del paisaje en forma contemplativa o recreación activa.

**Tabla XIII-5 Impactos en el servicio de paisaje y recreación.**

Hectáreas que pierden valor recreativo por polígono	
Uso de Suelo	Polígono CUS Extracción Minera Palos Verdes
Selva Baja Caducifolia	0.565

#### **XIII.2.5 Impactos en el servicio de protección a la biodiversidad de los ecosistemas.**

En el artículo 3 inciso IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se define a la biodiversidad como: la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los

ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Este servicio ambiental se deriva de la integralidad de las relaciones entre los distintos elementos de la naturaleza (agua, suelo, vegetación etc.) lo cual se ve reflejado en un equilibrio funcional ecosistémico que se beneficia y a la vez permite la existencia de especies de flora y fauna. Dependiendo de su magnitud, estructura ecosistémica e importancia relativa de la presencia de especies, una superficie que cambia de uso de suelo (Ver Tabla XIII-6) pasando de forestal a otro uso, puede tener efectos significativos muy alto (cuando en la superficie se concentran especies de flora y fauna únicas o raras) o bajo cuando por tamaño y estructura la transformación tiene importancia mínima cuando se evalúa en un entorno amplio.

**Tabla XIII-6 Impactos en el servicio de protección a la biodiversidad.**

<b>SERVICIOS PERDIDOS (Protección a la biodiversidad de los ecosistemas) hectáreas por polígono que dejen de prestar el servicio por polígono.</b>	
Uso de Suelo	Polígono CUS Extracción Minera Palos Verdes
Selva Baja Caducifolia	0.565

### **XIII.2.6 Protección y recuperación de suelos.**

Este servicio ambiental se deriva de los impactos negativos del cambio de uso de suelo que influyen en la composición orgánica y permanencia del suelo en su entorno natural original. Rodas y Godínez (2011) identifican que el servicio ambiental está asociado a los desgastes de la roca y acumulación de materia orgánica, de tal modo que el servicio propiamente se refiere a los siguientes componentes: mantenimiento de la productividad en tierras cultivables, mantenimiento de la productividad natural del suelo, y mantenimiento de la salud del suelo y ecosistemas productivos. Las cubiertas forestales proveen este servicio pues evitan la erosión. El impacto varía dependiendo de la calidad de las cubiertas forestales, la pendiente de los terrenos y de los patrones de erosión naturales presentes en la zona (por aire o agua).

Una medida aproximada del servicio que prestan los suelos forestales a la protección y recuperación de suelo son las toneladas de suelo que pueden ser desplazados por efectos naturales después de que se da el cambio de uso de suelo o las toneladas de nutrientes específicos perdidos por esa misma razón (Ver Tabla XIII-7).

**Tabla XIII-7 Impactos en el servicio de protección y recuperación de suelos.**

<b>Superficie del proyecto para caminos</b>	<b>Volumen de erosión para la sup. de CUS ton/año</b>		<b>Volumen ton/total/área erosión que debe ser mitigada</b>
	<b>Sin proyecto</b>	<b>Con proyecto</b>	
0.565	26.1279	104.5145	78.3866

### XIII.2.7 Provisión de agua en calidad y cantidad (disponibilidad).

Este servicio ambiental se refiere principalmente a la captación y regulación hidrológica, y la posibilidad de infiltración de agua en el subsuelo derivada de la presencia de la cubierta forestal de distintos tipos. Los bosques y selvas ayudan a mantener los mantos acuíferos y buenos niveles de calidad de agua. Cada hectárea de superficie que cambia de uso forestal a otro servicio tiene un impacto negativo en ese servicio en particular. Los volúmenes de agua que se pierden o cuya calidad se modifica debido a un cambio de uso de suelo pueden ser variables dependiendo de las características propias de la flora y otras variables como pendientes y tipos de suelos (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Los estudios que se han realizado en regiones similares a la subcuenca Armería, o en otras regiones cercanas al Estado de Colima reportan que este es un servicio ambiental importante en la región del cual se benefician las poblaciones ubicadas en las zonas bajas de la ya citada subcuenca.

Para la estimación de la infiltración se utilizó el método Balance Hidrometeorológico (SEMARNAT 2009), para lo cual se siguió la siguiente ecuación:

$$\text{Infiltración (I)} = \text{Precipitación (P)} - \text{Escorrentamiento (Ve)} - \text{Evapotranspiración (ETR)}$$

De acuerdo con lo reportado por la estación climatológica más cercana al área del proyecto la precipitación media anual es de 1,244.8 mm, dentro del predio se realizará el CUSTF en 5,650 m<sup>2</sup>.

1. *Cálculo de volumen de escurrimiento anual en las condiciones actuales (bosque 25 al 50% de cobertura):*

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Pa (m <sup>3</sup> )	Ce	Vol. Esc Anual (m <sup>3</sup> )
Bosque 25 al 50% de cobertura	5,650	1.244 8	0.086824 6	610.6154

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos que en las condiciones originales (bosque 25 al 50% de cobertura) se tiene un volumen de escurrimiento anual de 610.6154 m<sup>3</sup>.

2. *Cálculo de volumen de escurrimiento anual en el escenario con proyecto (suelo desnudo):*

Tipo de Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Pa (ml)	Ce	Vol. Esc Anual (m <sup>3</sup> )
Suelo desnudo	5,650	1.244 8	0.1713126 6	1,204.86

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos que en el escenario con proyecto se tendrá un volumen de escurrimiento anual de 1,204.86 m<sup>3</sup>.

Al realizar el comparativo del volumen de escurrimiento anual en las condiciones actuales, es decir, con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, y en el escenario con proyecto, se obtiene un aumento de volumen de escurrimiento de 594.2446 m<sup>3</sup> de agua al año, los cuales deben ser compensados.

**XIII.2.8 Impactos Soporte de actividades productivas.**

Las zonas de uso forestal pueden servir de soporte de actividades productivas como proveedoras de madera, o bien de otro tipo de actividades derivadas de la extracción de plantas, frutos o especies de fauna. En determinadas circunstancias que tienen que ver con sus propias características escénicas, valor científico y localización, este tipo de zonas pueden ser el soporte de actividades de tipo recreativo en forma comercial como ocurre cuando se les usa para fines de turismo ecológico o de aventura. En este caso el servicio ambiental puede ser medido en términos de empleos perdidos en forma agregada, o en su caso, en alguna actividad que dependa preponderantemente del uso forestal existente.

Para estimar el número de empleos perdidos se usó como referente los valores observados para el estado de Jalisco para trabajadores permanentes en 2008 en actividades agropecuarias, silvícolas, caza y pesca, así como para hectáreas de superficie sembrada en 2008. Con esos datos se obtuvo que para Jalisco cada hectárea cultivada equivalga a 0.05 empleos. Si bien se puede argumentar que en los polígonos estudiados no se generan empleos permanentes, el dato sigue siendo un buen referente dado que en el sector 11 (primario) hay subregistros del nivel de actividad por la abundancia de labores que no son consideradas parte del dato de empleos permanentes. Con esa información se estimó que en los polígonos afectados se pierde un total de 0.50 empleos (ver Tabla XIII-8)<sup>4</sup>.

**Tabla XIII-8 Impactos en el servicio de soporte de actividades productivas.**

Empleos no generados por polígono	
Uso de Suelo	Polígono CUS Exploración Minera Palos Verdes
Selva Baja Caducifolia	0.50

**XIII.2.9 Soporte de valores socioculturales.**

Este servicio tiene que ver con el uso de tipo cultural o religioso que puede darse a las zonas forestales. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) define el servicio cultural como “Beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida, tales como la diversidad cultural, los valores religiosos y espirituales, conocimiento —tradicional y formal—, inspiración, valores estéticos, relaciones sociales, sentido

<sup>4</sup> Datos del sector alimentario de México 2012, INEGI.

de lugar, valores de patrimonio cultural, recreación y ecoturismo”<sup>5</sup>. El Instituto Nacional de Ecología A.C (INECOL) define que este tipo de servicios “pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas como fuente de inspiración y la capacidad recreativa que ofrece el entorno natural a las sociedades humanas”.<sup>6</sup> La International Union for Conservation of Nature (IUCN) considera que los servicios de este tipo incluyen el “uso de la naturaleza para propósitos religiosos o históricos (ej. valor de herencia del ecosistema natural y sus características)” (Rodas y Godínez, 2011: p.14-7).

El servicio se deriva de construcciones sociales respecto al carácter sagrado, o al simbolismo no religioso dado a determinados elementos naturales observados en la zona de estudio cuya existencia depende del equilibrio observado por los distintos elementos naturales. Según la IUCN, este servicio tiene que ver con “la variedad en características naturales con valor espiritual e histórico” (Rodas y Godínez, 2011: p.14). En el polígono del proyecto no se identificaron impactos al servicio de soporte de valores socioculturales, donde pudieran existir grupos de población que llevan a cabo actividades que dan sentido a su existencia social o religiosa que no podrían tener lugar cuando se registra un cambio de uso de suelo.

---

<sup>5</sup> Véase, “Comunidades, ecosistemas y servicios ambientales”, consultado en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/430/introd.html>,

<sup>6</sup> Véase, Clasificación de los servicios ambientales. En <http://www3.inecol.edu.mx/maduver/index.php/servicios-ambientales/2-clasificacion.html>,

<sup>7</sup> Véase, Rodas Ramos, V. y Godínez Cifuentes, B. 2011. Manual para la implementación de mecanismos de Pago por Servicios Ambientales (PSA), basado en la experiencia del Proyecto Tacaná de la UICN. Proyecto Tacaná, UICN. San Marcos, Guatemala. Primera edición. 59 pp.

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

### 1. XIV. 1. Registro Nacional Forestal

El responsable de la coordinación del presente estudio técnico justificativo, y con base y con fundamento en el Capítulo IV, Artículo 107 y 108 Fracción IX de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, es:

\_\_\_\_ Ing. Juan Carlos Castañeda González.  
Responsable técnico

Calle Frambollanes # 442

Colonia La Tuzania

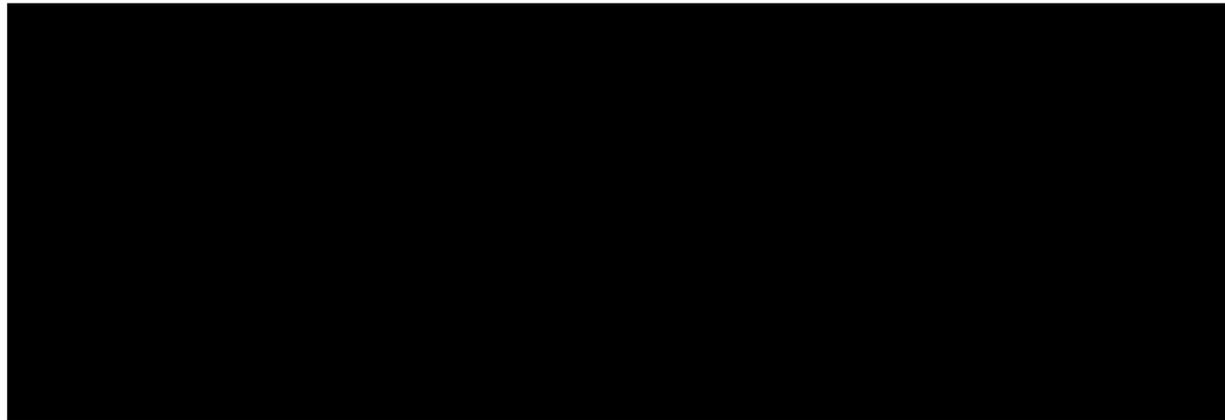
Zapopan, Jalisco,

CP 45130

E-Mail; aliccastrum@hotmail.com y phitecellobium@gamil.com

Tel. 01 (331) 5469519

REGISTRO FORESTAL NACIONAL Libro Jalisco, Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales Inscripción, Volumen 4, Número 8, expedido por la SEMARNAT el 12 de noviembre del 2019.



### XIV. 2. COLABORADORES O PARTICIPANTES



**XIV. 3. DIRECCIÓN PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.**

Paseo de las Margaritas No. 242 Col. Bugambilias, Zapopan, Jal. CP 45238

Correo electrónico: miguel.paz@prodemin.com

**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**DELEGACIÓN FEDERAL EN EL ESTADO DE JALISCO**

Bitácora: 14/A1-0553/10/19

Oficio No. SGPARN.014.02.02.05.2189/19

**Asunto:** Inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales  
Guadalajara, Jalisco; a 12 de noviembre de 2019  
"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"**C. JUAN CARLOS CASTAÑEDA GONZALEZ**

Hago referencia a su solicitud de Inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Física, recibida en esta Unidad Administrativa el 21 de octubre de 2019.

Al respecto y con fundamento en los Artículos 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 19 fracción XXV, 38, 39 y 40 fracción XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 50 fracción IV, 68 fracción VI y 101 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en virtud de haber cumplido con los requisitos que señalan los artículos 75 y 76 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

**SE CERTIFICA:**Su Inscripción en el Registro Forestal Nacional con fecha 12 de noviembre de 2019, integrándose en el **Libro JAL, Tipo UI, Volumen 4, Número 8, Año 19;** como Prestador de Servicios Técnicos Forestales.

Lo anterior, para su observancia y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

**ATENTAMENTE**  
**EL SUBDELEGADO DE PLANEACIÓN Y FOMENTO SECTORIAL****BIÓL. ARMANDO ROMERO BARAJAS**

"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en ausencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Jalisco, previa designación mediante Oficio No. 1618 signado por el Dr. Victor Manuel Toledo Manzur, Secretario del Sector, de fecha 01 de noviembre de 2019; firma la presente al Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial."

"Por un uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica".

C.c.e.p. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Ciudad de México. Presente.  
Delegación en Jalisco de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Presente.ARB/JDGR/JRA.  


## **XV. 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**

### **XV.1.- Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)**

#### ***Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio (POEGT)***

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Este programa tiene como principio llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional, y de las áreas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, priorizando aquellas que requieren mayor atención y aquellas de aptitud sectorial. De igual manera establece los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para: promover la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación a los posibles impactos ambientales, ocasionados por los proyectos, acciones o programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos, fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el sistema nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales y promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas proyectos y acciones de los sectores de la Administración Pública Federal.

El proyecto Palos Verdes se ubica dentro de la UAB 94; que es Cañones Duranguenses Sur, con un estado actual Medianamente Estable, prioridad de atención Baja.

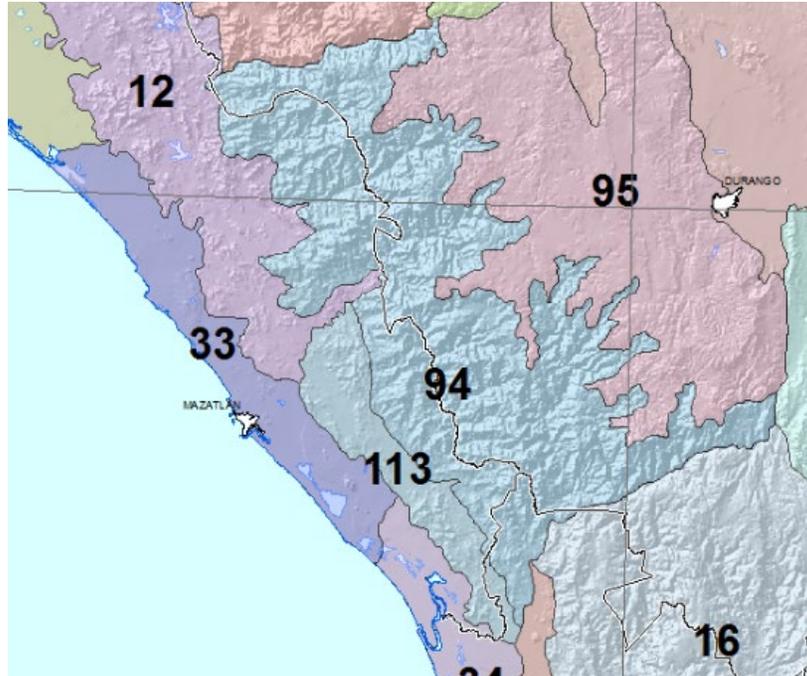


Figura XV.1. Localización de la UAB 94.

La política ambiental para la UAB 94 es “Aprovechamiento Sustentable”, Rectores del Desarrollo “Forestal, Minería”, Coadyuvantes del Desarrollo “Preservación de Flora y Fauna”, Asociados del Desarrollo “Agricultura, Ganadería y Poblacional”, Otros Sectores de Interés “Pueblos Indígenas”.

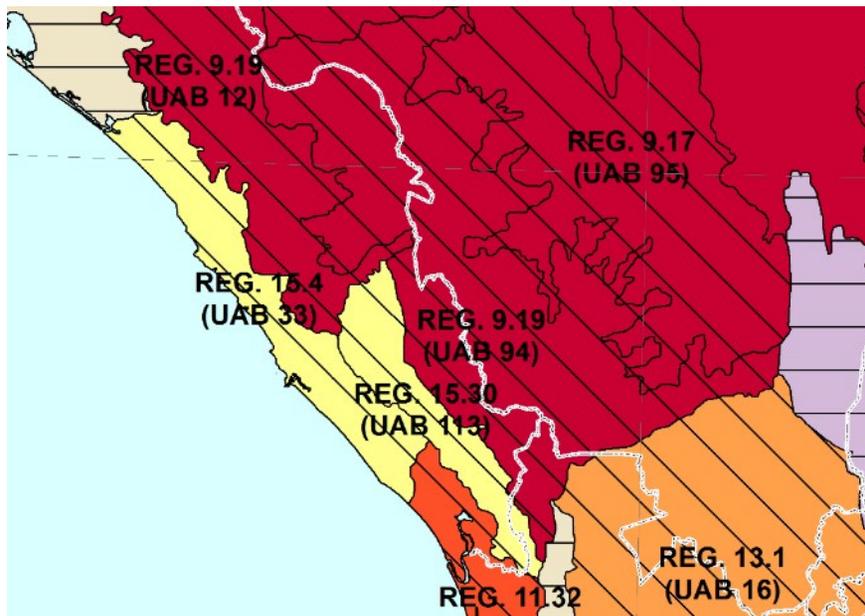


Figura XV.2. Localización de la REG 9.19.

### Vinculación

Ya que la determinación de las UAB<sup>s</sup> tienen el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II. ambientales, la minería es una actividad considerada en eje rector del desarrollo, razón por la cual el proyecto Palos Verdes II es adecuado e ideal en esta región.

### **Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable**

#### ***Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del Territorio***

##### ➤ *Dirigidas a la preservación*

1- Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.

El proyecto contempla la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas. En esta etapa de exploración los barrenos se contemplan en zonas con alta perturbación, además de ser puntuales.

2- Recuperación de especies en riesgo.

Este criterio no se vincula con el actual proyecto.

3- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

Para el presente informe se realiza una caracterización del tipo de vegetación, así como el listado florístico del predio.

##### ➤ *Dirigidas al aprovechamiento sustentable*

4- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.

El proyecto solo contempla la exploración geológica.

5- Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.

Este criterio no se vincula con el actual proyecto.

6- Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.

Este criterio no se vincula con el actual proyecto.

7- Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

Este criterio no se vincula con el actual proyecto.

8- Valoración de los servicios ambientales.

Este criterio no se vincula con el actual proyecto.

##### ➤ *Dirigidas a la protección de recursos naturales*

12- Protección de los ecosistemas.

El proyecto contempla la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas. Los barrenos serán puntuales y en sitios que ya presentan perturbación.

13- Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

Este criterio no se vincula con el actual proyecto.

##### ➤ *Dirigidas a la restauración*

14- Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.



No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

➤ *Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios*

15- Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

El proyecto contempla solo la exploración geológica. Mismos que servirán para determinar el potencial de explotación del sitio.

15BIS- Coordinación entre los sectores minero y ambiental.

El proyecto contempla este criterio, por lo que a través del presente informe se solicita la autorización para la exploración y con la consigna de dar cumplimiento a las normas aplicables.

***Dirigidas al mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana***

➤ *Agua y Saneamiento*

28- Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

29- Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

➤ *Desarrollo Social*

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.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

34- Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

35- Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

36- Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

37- Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.



No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

38- Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

40- Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

41- Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

➤ *Marco Jurídico*

42- Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

Se cumple con lo establecido en este criterio ya que existe un contrato de arrendamiento entre la empresa y la comunidad Agraria San Miguel del Carrizal.

➤ *Planeación del Ordenamiento Territorial*

43- Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

44- Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

No aplica la vinculación con el proyecto Palos Verdes II.

## **XV.2.- Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas**

### **Regiones Terrestres Prioritarias**

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), queda circunscrito en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

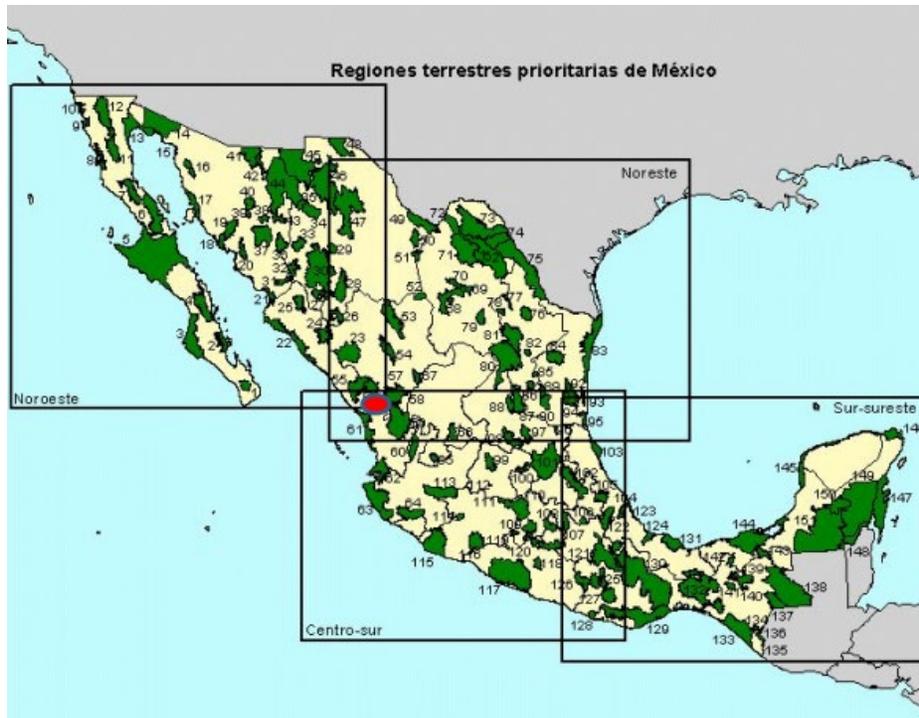
Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como su integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación (Arriaga *et al*; 2000).

El proyecto Palos Verdes II se encuentra en Regiones Terrestres Prioritarias en las zonas Noreste y Centro Sur.

La RTP en la que se encuentra el Proyecto Palos Verdes II tiene como clave 55, el nombre de la región es Río Presidio.

Ubicación Geográfica - Coordenadas extremas: Latitud N: 23° 05' 57" a 23° 59' 47" Longitud W: 105° 33' 11" a 106° 17' 17". Entidades: Durango, Sinaloa. Municipios: Concordia, Mazatlán, Pueblo Nuevo, Rosario, San Dimas, San Ignacio.

Localidades de referencia: Mazatlán, Sin.; Villa Unión, Sin.; Concordia, Sin.; El Roble, Sin. Superficie: 3,472 km<sup>2</sup> Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km<sup>2</sup>)



**Figura XV.3.** Regiones Terrestres Prioritarias de México

### Características generales

Esta región está localizada dentro de la cuenca del río El Salto y se caracteriza por la presencia de selvas medianas y bajas caducifolias en excelente estado de conservación. Es la única cuenca del noreste del país que presenta selva baja caducifolia en el plano costero. Presenta además bosques de encino-pino. En la porción suroccidental, el límite pasa por el parteaguas de esta cuenca.

### Regiones Hidrológicas Prioritarias

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales sub-cuencas y sistemas acuáticos del

país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global.

Los hábitats acuáticos epicontinentales son más variados en rasgos físicos y químicos que los del ambiente marino. Aparte de los pantanos, que tradicionalmente se agrupan como humedales continentales, los sistemas epicontinentales incluyen lagos, ríos, estanques, corrientes, aguas subterráneas, manantiales, cavernas sumergidas, planicies de inundación, charcos e incluso el agua acumulada en las cavidades de los árboles. Las diferencias en la química del agua, transparencia, velocidad o turbulencia de la corriente, así como de profundidad y morfometría del cuerpo acuático, contribuyen a la diversidad de los recursos biológicos que se presentan en las aguas epicontinentales. Asimismo, no es extraño el hecho de que un organismo dado pueda requerir de más de un hábitat acuático durante su ciclo de vida.

El Proyecto Minero Palos Verdes II no cae en ninguna Región Hidrológica Prioritaria.

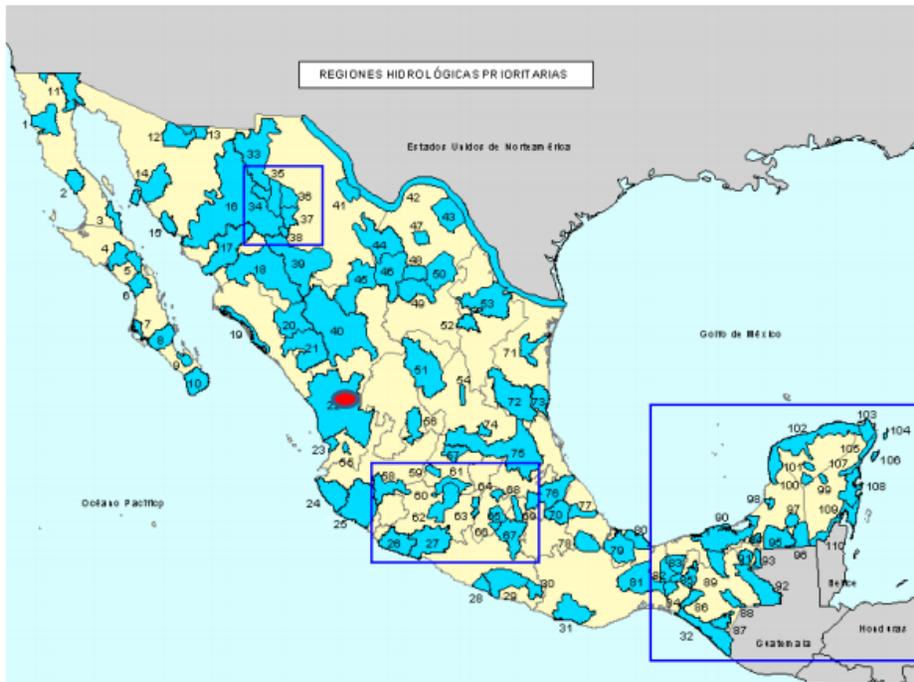


Figura XV.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias de México

### XV.3.- Normas Oficiales Mexicanas

La normatividad aplicable en las medidas de mitigación en este proyecto son las siguientes:

Las Normas Oficiales Mexicanas que se relacionan, deberán ser observadas durante las etapas de ejecución del Proyecto pretendido con el fin de lograr la protección de los componentes naturales del sitio del proyecto y de sus inmediaciones.

#### Actividades extractivas

**NOM-120-SEMARNAT-2011.-** Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.

**Vinculación:** La proyección del proyecto de exploración minera Palos Verdes II se diseñó en base a las disposiciones de la NOM-120-SEMARNAT-2011 en cuanto a superficie de barrenación, sin alteración de sitios con cobertura vegetal y sin apertura de nuevos caminos. La descripción de cada uno de los apartados se describe en el informe preventivo del proyecto.

**NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.-** Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

**Vinculación:** Se tiene contemplado un programa de manejo de residuos peligrosos, así como contenedores para este tipo de residuos y un almacén temporal de residuos peligrosos en la localidad de Santa Lucía. Se contará con un residente ambiental para atender los casos fortuitos en el derrame de grasas y/o aceites.

#### Aire

**NOM-041-SEMARNAT-1999.-** Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

**Vinculación:** Dentro de las medidas de prevención se encuentra el mantenimiento constante de los vehículos en talleres especializados en la localidad de Santa Lucía, por lo que el residente ambiental estará en constante revisión.

**NOM-043-SEMARNAT-1993.-** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

**Vinculación:** Dentro de las medidas de prevención se encuentra el mantenimiento constante del equipo utilizado en el proceso de barrenación, así como su vigilancia constante por el residente ambiental quien estará en constante revisión

**NOM-045-SEMARNAT-1996 (antes NOM-045-ECOL-1996).-** Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan Diésel o mezclas que incluyan Diésel como combustible.



**Vinculación:** Dentro de las medidas de prevención se encuentra el mantenimiento constante de los vehículos en talleres especializados en la localidad de Santa Lucía, por lo que el residente ambiental estará en constante revisión.

**NOM-050-SEMARNAT-1993.-** Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

**Vinculación:** Dentro de las medidas de prevención se encuentra el mantenimiento constante de los vehículos en talleres especializados en la localidad de Santa Lucía, el residente ambiental estará en constante supervisión.

### **Suelo**

**NOM-052- SEMARNAT-1993.-** Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

**Vinculación:** Se cuenta con un Programa de Manejo de Residuos Peligrosos, donde se detalla el manejo, separación y disposición final, además de establecer un almacén temporal y un kit para atender derrames de aceites, grasas o gasolina. Los contenedores deberán estar rotulados y en sitios confinados, así como su etiqueta de CRETIB.

**NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.-** Límites Máximos Permisibles de hidrocarburos en suelos y sus especificaciones para su caracterización y remediación.

**Vinculación:** Se apegará a lo indicado en la norma, además de contar con un kit para atender derrames y actuar de forma inmediata. El residente ambiental contará con personal que atienda este tipo de eventualidades.

### **Flora y fauna**

**NOM-059-SEMARNAT-2010.-** Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo.

**Vinculación:** El residente ambiental deberá de ser biólogo o carrera afín, con los conocimientos básicos para la identificación y manejo de flora y fauna, de esta forma se podrán identificar especies enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para poderlas rescatar y reubicar, de acuerdo al programa de rescate.

### **Seguridad**

**NOM-005-SCT/2000.-** Información de emergencias para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

**Vinculación:** Para la disposición final de los residuos peligrosos se contratará una empresa especializada con autorizaciones por parte de SEMARNAT, su evidencia quedará evidenciadas por los manifiestos de la colecta de residuos peligrosos.

**NOM-011-STPS-2001.-** Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruidos.

**Vinculación:** Se contará con un programa de trabajo y de vigilancia donde es obligatorio el uso de equipo de seguridad personal. Para este caso es indispensable el uso de tapones auditivos.



**NOM-004-STPS-1999.-** Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilicen en los centros de trabajo.

**Vinculación:** Se contará con un programa de trabajo y de vigilancia donde es obligatorio el uso de equipo de seguridad personal. Para este caso es indispensable el uso botas con casquillo, guantes y casco entre otros

**NOM-030-STPS-1993.-** Seguridad y equipo de protección respiratoria, definiciones y clasificación.

**Vinculación:** Se contará con un programa de trabajo y de vigilancia donde es obligatorio el uso de equipo de seguridad personal. En este caso es indispensable el uso de mascarillas o cubre-boca.

#### XV.4.- Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

##### **Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 2016-2022**

Sinaloa, con economía próspera y competitiva. Para lograr la prosperidad de la población se requieren políticas públicas innovadoras que estimulen la creación de empresas y el crecimiento de las existentes, promuevan la atracción de inversiones y diversifiquen la producción hacia sectores económicos de vanguardia, aprovechando de manera sustentable los recursos naturales y el capital humano. Los cambios constantes de los factores que inciden en el desarrollo y el acelerado dinamismo de la economía mundial son la oportunidad de ampliar la participación del Estado en programas y políticas públicas que alienten el desarrollo económico competitivo, promotor de la prosperidad y la calidad de vida de los sinaloenses. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) dedica más del 70% de sus actividades al desarrollo económico, social, sostenible y a la asistencia humanitaria. El propósito del desarrollo económico es atenuar la pobreza mundial y reducir la desigualdad. Las políticas económicas deben enfocarse al crecimiento económico sostenido de las regiones y a mejorar su posición respecto a otras.

Las políticas para el desarrollo deben acompañarse de instituciones y marcos regulatorios que fomenten la innovación y la inversión, creando mejores y más justos sistemas de producción y distribución de los bienes y servicios.

Sinaloa tiene una población de 2 millones 994 mil 153 habitantes (INEGI), equivalente al 2.5% de la población nacional, y contribuye con el 2.11% del PIB nacional. Respecto a este último indicador, se ubica en la posición 17 de las 32 entidades. La competitividad es la capacidad de las entidades federativas para atraer y retener talento e inversiones, de acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad, AC (IMCO), lo que se traduce en mayor productividad y bienestar para sus habitantes. Según el Índice de Competitividad Estatal 2016 (ICE), Sinaloa subió dos posiciones en competitividad nacional de 2012 a 2014, ocupando el noveno lugar.

##### **Empleo**

El empleo es un factor determinante para lograr el desarrollo económico y social. Es el eje de muchos objetivos más amplios de la sociedad, como la reducción de la pobreza, el aumento de la productividad en toda la economía y la cohesión social. A diciembre de 2016, Sinaloa reporta 526 mil 823 trabajadores asegurados ante el Instituto Mexicano del Seguro



Social. Las actividades del sector Servicios ocupan el 35% del total de empleos en Sinaloa, seguido por el Comercio y la Industria, con el 25%, y el sector primario, con 16 por ciento.

### **Minería**

A escala mundial, México ocupa el séptimo lugar en inversión y exploración de minerales (Dirección General de Regulación Minera). Sinaloa cuenta con 1 mil 394 concesiones; representan una superficie de 1 millón 400 mil hectáreas. Las principales industrias mineras provienen de Canadá, Estados Unidos y China. Los minerales que se explotan son oro, plata, plomo y cobre, lo que ha generado en los últimos diez años una captación de inversión extranjera de 252 millones de dólares. Sin embargo, el sector ha perdido atractivo para invertir debido a la baja en los precios internacionales de los metales. En el periodo 2011-2016, los precios cayeron drásticamente: el oro cayó 20.72%, la plata 48.56%, el cobre 44%, el hierro 62.80%, el plomo 26.44% y el zinc 15.37 por ciento.

Sinaloa aparece en el lugar 14 en valor de producción con una participación de 1.01% del total nacional. Los estados líderes en producción minera son Sonora, con 27.90%, seguido por Zacatecas, con 22.98%, y en último lugar Puebla, con 0.03% de participación del total nacional (INEGI y Dirección General de Regulación Minera, SE, 2016)

Con el propósito de promover el desarrollo incluyente y sostenible en el estado de Sinaloa, se impulsarán sectores estratégicos para consolidar una economía con mayor valor agregado, que generen empleos de calidad, incentiven la diversificación productiva y contribuyan a disminuir las brechas ínter e intrarregionales.

Objetivo 3. Fortalecer la economía estatal, con base en un crecimiento y desarrollo económico competitivo, homogéneo y que incentive la diversificación de los sectores productivos

Estrategia 3.4 Consolidar al sector minero en el estado.

Líneas de Acción

- 3.4.1. Promover prácticas sustentables en el sector.
- 3.4.2. Integrar y elevar la competitividad de los productores mineros.
- 3.4.3. Incrementar el valor de producción minera del estado.

**Vinculación:** Siguiendo los lineamientos que marca el PED su primer y principal eje estratégico es el Desarrollo Económico, el cual proyecta a Sinaloa con una economía próspera y competitiva; visión que contempla a la industria minera. Además, reconoce como indispensable la colaboración pública y privada, como pilar de la economía en el estado. Lo anterior hace que el Proyecto Palos Verdes II sea adecuado y oportuno para el cumplimiento de dicho Plan. El esfuerzo coordinado entre gobierno y empresarios; incluso académicos y sociedad civil, propicia las condiciones para la creación de proyectos y dar mayor valor agregado a los productos y servicios en Sinaloa

### **Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Concordia, Sinaloa.**

Concordia, Sinaloa tiene como uno de sus ejes rectores la Reactivación y Competitividad Económica, este eje rector que se enfoca al impulso del desarrollo del tejido económico local, los recursos humanos y el marco institucional; por ello, como



ente de gobierno que busquemos un crecimiento o progreso económico que pueda proyectar de manera satisfactoria el incremento de la producción, el intercambio y el consumo de bienes y servicios, y que permita mejorar la calidad de vida de los habitantes, será una premisa fundamental.

Desde el sector primario nuestro municipio, como parte del desarrollo económico, podemos señalar que son la agricultura y la ganadería las que se practican a mayor escala, en las que según el último censo del INEGI se produjeron en las 25.045 hectáreas de riego y temporal que existen, 89 479 toneladas en carnes, leche, frutas, verduras, granos y forrajes; mientras la silvicultura (explotación forestal) y la pesca, representan un grupo minoritario de este sector económico; todas ellas equivalen el 33.55% de la población económicamente activa.

La minería y la industria de la transformación de la materia prima (industria mueblera), son otras de las actividades económicas del sector secundario desarrolladas por el 21.53% de los habitantes, la primera, actividad en menor intensidad y fuente económica en los altos de la sierra Concordense y la segunda representa un sector importante de la economía de los pobladores del valle.

Este proceso de desarrollo económico nos obliga a realizar ajustes legales e institucionales para asegurar a los inversionistas la creación de los mejores sistemas innovadores que les regulen la administración eficiente y racional de todos los recursos, con el propósito de mejorar el bienestar de la población actual, sin poner en riesgo la calidad de vida de las generaciones futuras.

Los gobiernos municipales debemos generar políticas públicas que nos permitan asegurar el desarrollo económico sustentable de la región, sin descuidar los numerosos factores que existen para tal fin; nos corresponde asegurar las medidas más importantes para cuidar, explotar y conservar los recursos naturales, formar trabajadores competitivos e invertir en capital humano, disponer de la tecnología más avanzada, contar con la maquinaria más adecuada e invertir en la innovación y el desarrollo y la investigación.

En este gobierno municipal impulsaremos a las pequeñas y medianas empresas, tanto de la industria y el comercio.

## **INDUSTRIA MINERA**

**Objetivo:** Contribuir al rescate de la industria minera, para mejorar la explotación de los yacimientos de minerales y brindarle a la población productividad y fuentes de empleo.

### **Líneas estratégicas:**

- Atraer planificadores mineros con experiencia, capaces de mejorar el desempeño operativo y elevar el volumen en la producción de los minerales.
- Garantizar la explotación de centros mineros, a través de proyectos crediticios que les permitan impulsar el crecimiento y la explotación de las minas.
- Ampliar la cobertura comercial de los minerales para diversificar la explotación racional y productiva de los yacimientos existentes.



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. PARTICULAR. EXPLORACIÓN MINERA PALOS VERDES II.

- Diversificar el mercado minero con una fluidez constante de apertura comercial y de precios, para consolidar el aumento de la población minera del municipio.
- Implementar acciones que favorezcan la inversión y la innovación en las operaciones, buscando mejorar los procesos productivos en el ramo minero.
- Promocionar los lugares que son mineros por excelencia que están ubicados en Pánuco, Copala, El Coco y Chupaderos.
- Impulsar el trabajo artesanal a través de esta actividad económica, aprovechando los residuos minerales, principalmente de plata, plomo y cobre.

**Vinculación:** En alineación con el PED el Plan Municipal de Desarrollo busca rescatar la industria minera para mejorar la explotación de los yacimientos de minerales y brindarle a la población productividad y fuentes de empleo, por lo cual el Proyecto Minero Palos Verdes II representa un aporte al cumplimiento del plan.

## 1. XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

El artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósitos ante el Fondo Forestal Mexicano, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento, en su artículo 124 indica que el monto económico de compensación ambiental relativa al cambio de uso de suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 118 de la Ley será determinado por la Secretaría considerando los siguiente:

- Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.
- El nivel de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los criterios técnicos y el método que deberán observarse para su determinación.

Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso de suelo. El artículo 22, fracción XII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, otorga a la Comisión Nacional Forestal la facultad de participar en la definición de mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales.

Los costos de restauración se estimaron con base al “ACUERDO mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación”, publicado en el DIARIO OFICIAL el 31 de julio del 2014. En base a lo expuesto en el acuerdo referido el área del proyecto se presenta el ecosistema Tropical (Tabla XVI-1).

*Tabla XVI-1 Tipo de ecosistema.*

<b>Ecosistema Tropical</b>	<b>Superficie (ha)</b>
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	<b>13.57</b>

1.

2. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN PARA EL ECOSISTEMA TEMPLADO FRÍO.

El ecosistema tropical comprende un conjunto de comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (neotropical), generalmente de climas cálidos húmedos, subhúmedos y semisecos según la clasificación de climas de Köppen. El tipo de vegetación dentro de este tipo de ecosistema presente en el área es Selva baja caducifolia.

En el área del proyecto se identificaron un total de **13.57 ha** (de 22.7 hectáreas del total del lote minero) que corresponden a Selva baja caducifolia correspondiente a este tipo de ecosistema (Tabla XVIII-1).

#### 1. XVI.1.1 Obras de restauración de suelo.

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado o deteriorado física o químicamente. Las actividades de conservación y restauración se orientan a la disminución de escurrimientos y pérdida de suelo, así como la incorporación de especies que en conjunto promuevan la sucesión ecológica, para el ecosistema tropical, las obras de restauración más adecuadas son las terrazas de muro vivo, cuya remoción de suelo es mínima, evitando su pérdida y promoviendo la disminución de escurrimientos en sitios con pendientes; sobre estas terrazas se realizan plantaciones en línea con especies adecuadas para formar los setos, además se establecen terrazas individuales que auxilien la reforestación, con su respectivo mantenimiento.

Para la conservación de suelos, las terrazas de muro vivo que se realizan consisten en terraplenes que se van formando a partir de setos de arbustos que se plantan en curvas a nivel.

##### 1. *Cálculo del espaciamiento entre terrazas.*

Las terrazas se realizan a partir de construir un pequeño surco que permita el establecimiento de la vegetación que formará la terraza de muro vivo, las líneas son trazadas en el terreno siguiendo las curvas de nivel.

Dado que el espaciamiento entre terrazas será de 12 m, y dado que una hectárea (100 m x 100 m), tiene una longitud de 100 m, por cada hectárea se requieren 8.33 terrazas por hectárea y cada terraza tendrá una longitud de 100 m, por lo tanto, se requieren 833 m de terraza por hectárea.

##### 2. *Diseño de las terrazas muro vivo*

Las terrazas de muro vivo son terraplenes que se conforman gradualmente, a partir del movimiento de suelo que se da durante las labores de cultivo en terrenos de ladera y es retenido por setos de diversas especies de árboles que se establecen siguiendo curvas de nivel.

El espaciamiento entre terrazas será de 12 m, por cada hectárea se requieren 8.33 terrazas y cada una tendrá una longitud de 100 m, por lo tanto, se requieren 833 m de terraza por

hectárea. Sobre las terrazas se realizarán plantaciones la cual tendrá un espaciamiento de 4 m entre planta dando un total de 208 árboles por hectárea.

### 3. Las terrazas individuales

Las terrazas individuales son terraplenes circulares de 1 m de diámetro y una profundidad de 10 cm, que auxilian a los árboles reforestados con mayor humedad, facilitan las labores de mantenimiento y disminuyen la competencia por humedad y nutrimentos por parte de otras plantas. La cantidad de terrazas individuales y su distribución en el terreno, depende de la densidad de reforestación y arreglo topológico de árboles que se reforestarán.

La densidad de reforestación es de 625 árboles por hectárea, por lo que se plantarán 208 árboles sobre las terrazas de muro vivo y el resto, **417 en terrazas individuales**.

El total de 417 terrazas individuales se ubicará entre las terrazas de muro vivo, esto ayudará en la retención de humedad y la disminución de competencia para las plantas establecidas. Estas obras se realizarán en un diseño a tresbolillo.

### 2. XVI.1.2. Costos por obras de restauración de suelo.

A continuación, se presentan los costos para obras de restauración en ecosistemas tropicales por ha (Tabla XVIII-2).

*Tabla XVI-2 Costos de las obras de restauración de suelo ecosistema Tropical.*

<i>Actividad</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Unidades por ha</i>	<i>Costo por ha</i>
Terrazas de muro vivo	metro	\$2.45	833	\$2,040.85
Terrazas individuales para reforestación	pieza	\$6.41	417	\$2,672.97
<b>Total restauración de suelos</b>	<b>ha</b>	<b>\$4,713.82</b>	<b>1</b>	<b>\$4,713.82</b>

### 3. XVI.1.3. Obras de reforestación.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fracción XXIX, define a la reforestación como el “**establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales**”. La reforestación es un proceso de planeación que comprende las etapas de producción de planta, transporte de planta y plantación.

**La producción de planta** (abastecimiento) se desarrollará por medio por viveros forestales que cuente con especies representativas y de rápido crecimiento del área a restaurar. En base a los criterios de la CONAFOR la densidad para este tipo de ecosistema es de 650 plantas por hectárea.

**El transporte** de planta en camión de 3 toneladas, adaptado con tres camas para la colocación de 120 charolas con una capacidad de 77 cavidades, por lo que transporta 9,240 plantas que alcanza para reforestar 8.4 ha.

**La reforestación** se realizará por medio de una pala plantadora tipo finlandés, pala espada o montaña, instrumentos utilizados para cavar un cepellón donde se colocará la planta.

1. *Costos por obras de reforestación.*

A continuación, se presentan los precios por las actividades de reforestación (Tabla XVIII-3).

*Tabla XVI-3 Costos de reforestación del ecosistema tropical.*

<i>Actividad</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Unidades por ha</i>	<i>Costo por ha</i>
Producción de planta	planta	\$3.08	625	\$1,925.00
Transporte de planta	planta	\$0.34	625	\$212.00
Reforestación a cepa común	planta	\$3.85	652	\$2,406.25
<b>Total reforestación</b>	<b>ha</b>	<b>\$4,543.75</b>	<b>1</b>	<b>\$4,543.75</b>

4. XVI.1.4. Actividades de mantenimiento.

El mantenimiento se realiza considerando un 40% de reposición de planta dado por la mortandad de la plantación inicial, lo que resulta en la reposición de 250 plantas por hectárea, además de 2 deshierbes por año, dadas las condiciones de humedad de la zona tropical genera una alta incidencia de maleza que afecta el desarrollo de la reforestación. El deshierbe se lleva a cabo de forma manual con machete, limpiando el área de las terrazas individuales.

Las actividades de mantenimiento se realizan los 4 años posteriores a la reforestación para garantizar el establecimiento de la nueva masa forestal.

1. *Costos por obras de mantenimiento.*

Los costos para las actividades de mantenimiento para ecosistema Tropical son (Tabla XVI-4):

*Tabla XVI-4 Costos de mantenimiento del ecosistema tropical.*

<i>Actividad</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Unidades por ha</i>	<i>Costo por ha</i>	<i>Mantenimiento 4 años</i>
Producción de planta para replante	planta	\$3.08	250	\$770.00	\$3,080.00
Transporte de planta de replante	planta	\$0.34	250	\$85.00	\$340.00
Reforestación de la planta	planta	\$3.85	250	\$962.50	\$3,850.00
Deshierbe en terrazas individuales	Deshierbe/ha	\$2,023.24	2	\$4,046.48	\$16,185.92
<b>Total reforestación</b>	<b>ha</b>	<b>\$5,863.98</b>	<b>1</b>	<b>\$5,863.98</b>	<b>\$23,455.92</b>

5.

6. Protección.

El programa de protección está constituido por las actividades de cercado y brechas corta fuego, las cuales tienen como finalidad garantizar el establecimiento de la reforestación excluyendo a la ganadería y previniendo la posible propagación de incendios debido a quemas agrícolas.

Las brechas corta fuego, consideran la construcción de una guardarraya de tres metros de ancho y, removiendo la materia orgánica (material combustible) con el fin de interrumpir su continuidad y con ello evitar la posible propagación del fuego. La brecha corta fuego se construye sobre el perímetro del terreno que se esté restaurando, se calcula que para las actividades de este tipo por hectárea se requieren un promedio de 0.058 km.

El cercado se estimó tomando como referencia la construcción de un cercado perimetral establecido con postes de madera con cuatro hilos de alambre de calibre 12 colocado con grapas de acero. De acuerdo a los datos promedios que se tienen en ejecución corresponde a 0.050 km por hectárea.

Costos por actividades de protección.

A continuación, se presentan los precios por las actividades de reforestación (Tabla XVI-5).

*Tabla XVI-5 Costos de protección del ecosistema tropical.*

<i>Actividad</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Unidades por ha</i>	<i>Costo por ha</i>
Brechas corta fuego	km	\$ 5,487.91	0.058	\$ 318.30
Cercado	km	\$ 26,193.86	0.050	\$ 1,309.69
<b>Total protección</b>	<b>ha</b>	<b>\$ 1,627.99</b>	<b>1</b>	<b>\$ 1,627.99</b>

7. Asesoría.

Como parte del acompañamiento para la realización de todas las actividades de restauración, reforestación y su mantenimiento, se requiere de asesoría técnica, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde a



**\$1,613.76** por hectárea. Durante la ejecución del proyecto, este costo unitario fue determinado en base a las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país.

8. Costos de restauración para el ecosistema tropical.

Para el total de **13.57 ha** correspondiente al tipo de vegetación del ecosistema Tropical se requiere un total de **\$487,912.61** para desarrollar las actividades de restauración, reforestación, mantenimiento y protección descritas anteriormente (Tabla XVIII-6).

*Tabla XVI-6 Costos de restauración y mantenimiento del ecosistema tropical.*

<i><b>Tipo de actividad</b></i>	<i><b>Actividad</b></i>	<i><b>Costo por ha</b></i>	<i><b>Superficie (ha)</b></i>	<i><b>Costo total</b></i>
Restauración de suelos	Terrazas de muro vivo	\$ 2,040.85	13.57	\$ 27,694.33
Restauración de suelos	Terrazas individuales para reforestación	\$ 2,672.97	13.57	\$ 36,272.20
Reforestación	Producción de planta	\$ 1,925.00	13.57	\$ 26,122.25
Reforestación	Transporte de planta	\$ 212.50	13.57	\$ 2,883.63
Reforestación	Reforestación a cepa común	\$ 2,406.25	13.57	\$ 32,652.81
Mantenimiento 4 años	Producción de planta para replante	\$ 3,080.00	13.57	\$ 41,795.60
Mantenimiento 4 años	Transporte de planta para replante	\$ 340.00	13.57	\$ 4,613.80
Mantenimiento 4 años	Reforestación de la planta	\$ 3,850.00	13.57	\$ 52,244.50
Mantenimiento 4 años	Deshierbe en terrazas individuales	\$ 16,185.92	13.57	\$ 219,642.93
Protección	Brechas corta fuego	\$ 318.30	13.57	\$ 4,319.33
Protección	Cercado	\$ 1,309.69	13.57	\$ 17,772.49
Asistencia	Asesoría técnica	\$ 1,613.76	13.57	\$ 21,898.72
<b>Total</b>	<b>Restauración y mantenimiento</b>	<b>\$ 35,955.24</b>	<b>13.57</b>	<b>\$ 487,912.61</b>

## XVII. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define en el artículo 7 fracción XXVI, como recursos biológicos forestales a “las especies y variedades de plantas, animales y microorganismo de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial”. Este hecho debe ir acompañado de la implementación de mercados diversificados que privilegien la calidad y valores agregados de los productos obtenidos de manera directa y de los servicios derivados del aprovechamiento indirecto.

Los recursos biológicos forestales comprende aquellas especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial. Hablar de estimación económica de los recursos forestales es darle valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por este recurso ambiental, independientemente de que existan o no precios en el mercado que nos ayuden hacerlo. No obstante, deberíamos ser más precisos respecto de lo que los economistas entienden por valor.

El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por el menos de lo que cuesta proveer.. Cuando un recurso ambiental nos aporta bienes y servicios sin costo alguno, lo único que expresa el valor de los bienes y servicios que aporta es nuestra disposición a pagar por ellos.

De acuerdo a Perring, et al. (1995), Gobierno de México y Banco Mundial (1995), la clasificación de los valores asociados con los bosques se clasifican de la siguiente manera (Ver Tabla VIII-1):

Tabla XVII-1 Clasificación de los valores asociados con los bosques

Uso Directo	Uso indirecto	De opción	Valor de no uso	
			De herencia	De existencia
<p><b>Productos de consumo o de servicios directos</b></p> <p><b>Usos extractivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Materia prima               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maderables</li> <li>- No maderables</li> </ul> </li> <li>● Alimentos</li> <li>● Biomasa</li> <li>● Medicinales</li> <li>● Energéticos</li> <li>● Pastoreo</li> <li>● Colecta de especímenes y material genético</li> <li>● Conversión a otro uso</li> <li>● Hábitat humano</li> <li>● Caza y pesca</li> </ul> <p><b>Usos no extractivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Salud</li> <li>● Recreación               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ecoturismo</li> <li>- deporte</li> </ul> </li> <li>● Actividades culturales y religiosas</li> <li>● Producción audiovisual</li> </ul>	<p><b>Beneficios funcionales</b></p> <p><b>Ecosistemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Auto preservación y evolución del sistema</li> <li>● Ciclo de nutrientes</li> <li>● Conocimiento e investigación científica actual</li> <li>● Hábitat migratorio</li> </ul> <p><b>Ambientales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Protección y regeneración de suelos</li> <li>● Captación y purificación de agua</li> <li>● Protección de cuencas</li> <li>● Control de plagas</li> <li>● Control de inundaciones</li> <li>● Protección contra tormentas</li> <li>● Retención de carbono</li> <li>● Regulación climática</li> </ul>	<p><b>Uso directo o indirecto futuro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Continuidad del sistema</li> <li>● Obtención de nueva materia prima</li> <li>● Nuevos conocimientos</li> </ul>	<p><b>Valor de legar valores a los descendientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Protección del hábitat</li> <li>● Evitar cambios irreversibles</li> </ul>	<p><b>Valores éticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conocimiento de la existencia</li> <li>● Protección del hábitat</li> <li>● Evitar cambios irreversibles</li> <li>● Culturales, estéticos y religiosos</li> </ul>

**Valor de uso directo:** los recursos biológicos forestales son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan.

**Valor de uso indirecto:** Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existe mercado, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros medios de valoración.

**Valor de opción:** Se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta (uso potencial de plantas para uso farmacéutico, materias primas, científico, etc.).

**Valor de herencia:** Valor por sus características genéticas para la preservación de las distintas formas de vida.

**Valor de existencia:** Valor de un bien ambiental simplemente porque existe (intrínseco), este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas.

Los métodos de medición para otorgar valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado.

*Tabla XVII-2 Algunos métodos de medición (INE, 1997; UAES, 1997 y Claro E. et al., 1996).*

Mercado real	Mercado sustituto	Mercado simulado
*Precio de mercado *Cambio en la productividad	*Gastos de viaje *Métodos hedónicos *Costos preventivos y defensivos	*Valoración contingente

En el caso de **mercados reales** se utiliza información de precios de mercado como un índice de valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente su valor.

Otra estrategia para estimar su valor económico es a través de un **mercado sustituto**, obteniéndose una curva de demanda subrogada. Se utiliza información de precios en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de bienes o servicios de la biodiversidad para los cuales no existe mercado. Algunas técnicas utilizadas son las de gastos de viaje, métodos hedónicos, gastos defensivos y otros.

El método de precio hedónico, se separa el componente ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Por ejemplo, el valor adicional de un inmueble por encontrarse en un bosque o en un sitio con un paisaje natural espectacular.

En el método gasto de viaje, los gastos se usan como una aproximación para valorar sitios recreacionales a través del gasto que efectúan los visitantes. El método sirve para valorar algunos usos directos como la recreación o el deporte. El método de gastos preventivos y defensivos se usan para medir gastos de gobierno, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. En este método se interpretan los gastos como un indicador de los beneficios ambientales resultantes.

Como no existe un mercado, lo que es frecuente para valores de no uso y para los servicios ambientales, se utiliza un **mercado simulado** o construido. Se diseña una encuesta mediante la cual se construye una situación similar a un mercado. Las técnicas utilizadas son la valoración contingente y el grado de contingencia.

○ **ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS FORESTALES MADERABLES**

El valor económico de los productos forestales maderables se realizó a través de un mercado real, puesto que es un bien de uso directo que cuenta con un valor monetario.

Para realizar una proyección económica de los actuales recursos forestales existentes en el predio del proyecto, se registraron las especies por los usos o aprovechamiento que se puede dar para leña, como postes, para la construcción y aserrío.

Las especies existentes en pie dentro del área de CUSTF, y que de una u otra manera estarían sujetas a remoción por actividades de manejo (matarrasa), la superficie total que abarca el área de afectación de 13.57 ha, en la cual únicamente serían removidos 80.402 m<sup>3</sup> VTA por Ha, en total de material vegetal. En la Tabla VIII-3 se puede observar la superficie forestal y su volumen total a remover.

**Tabla XVII-3 Relación de Área y Volumen**

Relación de Volumen Total a Remover		
Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Volumen total/ Tipo de veg. m <sup>3</sup> V.T.A/Ha
Selva Baja Caducifolia	13.57	80.402
Total	<b>13.57</b>	<b>80.402</b>

Como ya se mencionó, la estimación del tipo de producto a obtener, las especies se agruparon en tres tipos de uso: para aserrío, para postes y/o construcción y aquellas con potencialidad en la elaboración de carbón. La determinación de los tipos de usos se realizó a través de consultas y entrevistas con pobladores de la zona, además del conocimiento sobre los usos documentados para las especies que forman el tipo de vegetación involucrado presentado en el Capítulo VI, de este documento.

La diversificación de productos implica metodologías distintas para su transformación, por lo tanto; cada una de estas presenta un coeficiente de aprovechamiento en relación al volumen total del árbol, los coeficientes de aprovechamiento son los siguientes:

- **Carbón:** El rendimiento en carbón es bajo, lo que significa que una gran parte de la madera es “quemada” y se pierde. El rendimiento óptimo varía entre los **22 -25%**.
- **Escuadrías:** Las especies con la capacidad para la elaboración de escuadrías (aserrío), se aprovechan el **70%** del volumen total que estas representan, puesto que el resto se pierde durante los trabajos de aserrío.
- **Postes, pilotes y/o murillos:** Las dimensiones de este tipo de productos oscilan entre los 15 – 20 centímetros de diámetro y con una longitud de 2 metros, el coeficiente de aprovechamiento es del **90%** del volumen total del árbol.

Según el “Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011” publicado por SEMARNAT, el valor medio nacional para los diferentes productos forestales se presenta en la Tabla VIII-4.

**Tabla XVII-4 Precios aproximados para los usos de las especies.**

Uso principal	Coeficiente de aprovechamiento	Precio (m <sup>3</sup> R.T.A.)
Aserrío	70%	\$1,355.76
Postes y/o para construcción	90%	\$776.43
Carbón	25%	\$567.18

De acuerdo al volumen a remover descritos en el Capítulo VI (*Estimación del volumen por especies de las materias primas forestales derivadas del cambio del uso del suelo*) y el valor de mercado de cada una de las especies presente, se elaboró la siguiente estimación económica:

### Aserrió

De acuerdo con el conjunto de especies arbóreas registradas en el área de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, solo se registró una especie con un valor de uso para aserrió *Pinus oocarpa*, del cual con base en los datos recabados en el muestreo y de acuerdo con el valor de mercado el valor total en m<sup>3</sup>/ha de esta especie es de \$29.852.48 (Ver Tabla XVIII-5).

**Tabla XVII-5 Usos y valores para la producción de aserrió**

Familia	Especie	Nombre común	Volumen (m <sup>3</sup> RTA)	Valor (m <sup>3</sup> RTA/Ha)
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino, ocote	22.019	29,852.48

### Postes y construcción

Para la producción de postes y/o construcción (Ver Tabla XVIII-6), el valor total de m<sup>3</sup>/Ha C.U.S. en pesos aproximado fue de \$38,446.79; de las 10 especies que se identificaron en este uso, la especie que presentó mayor valor fue *Acacia pennatula*, para este caso en particular debido a la cantidad de individuos encontrados, y que, por lo tanto, fue la que tuvo mayor volumen.

**Tabla XVII-6 Usos y valores para el uso de postes y/o construcción.**

Familia	Especie	Nombre común	Volúmen (m <sup>3</sup> RTA)	Valor (m <sup>3</sup> RTA/Ha)
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	16.11	12,508.29
Annonaceae	<i>Annona longiflora</i>	Anona	0.479	371.91
Malpighiaceae	<i>Bunchosia lanceolata</i>		0.851	660.74
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	mulato	0.871	676.27
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>		0.711	552.04
Malvaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Majahuilla	9.148	7,102.78
Fabaceae	<i>Inga eriocarpa</i>	Vainillo, jinicuil	1.488	1,155.33
Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i>	Ozote	10.575	8,210.75
Verbenaceae	<i>Lippia umbellata</i>		6.405	4,973.03
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Campanillo	1.649	2,235.65
Total				38,446.79

A continuación, se presenta la tabla de los valores calculados para el uso de la producción de carbón (Ver Tabla XVIII-7), el valor total de m<sup>3</sup>/Ha C.U.S. fue de \$5,725.68; de la única especie que fue posible registrar bajo este uso (*Quercus castanea*).

**Tabla XVII-7 Usos y valores para el uso de Carbón.**

Familia	Especie	Nombre común	Volumen (m <sup>3</sup> RTA)	Valor (m <sup>3</sup> RTA/Ha)
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino, roble	10.095	5,725.68

- ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES.

De acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su Artículo 7° fracción XXIX; define como recurso forestal no maderable **“la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos en terrenos forestales y preferentemente forestales”**.

En el área de estudio no se realizan aprovechamientos intensivos o comerciales de algún tipo de producto no maderable, sin embargo, existe una variedad de ellos, que son utilizados de manera cotidiana por los habitantes de las comunidades locales, en general se usan para satisfacer sus necesidades alimenticias, medicinales y de uso común.

La información recabada sobre los diferentes usos de las especies fue a través de literatura de la región y consulta con habitantes de las comunidades locales. A continuación, se presenta un listado de especies forestales con un uso no maderable (Ver Tabla VIII-4):

### Plantas medicinales

**Tabla XVII-8 Listado de productos forestales no maderables.**

Familia	Especie	Nombre Común	Usos
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Como forraje para ganado
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>		Sirve para el tratamiento de la anemia
Apocynaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Chichis de chiva	Con uso medicinal
Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>		Comestible
Lamiaceae	<i>Salvia lasiocephala</i>		Es una planta con valor ornamental
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>		Es una planta con valor ornamental
Malvaceae	<i>Abutilon abutiloides</i>		Como forraje para ganado
Poaceae	<i>Aristida jorullensis</i>		Como forraje para ganado
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>		Como forraje para ganado
Amaryllidaceae	<i>Adiantum princeps</i>		Es una planta con valor ornamental
Poaceae	<i>Urochloa maxima</i>		Como forraje para ganado
Poaceae	<i>Trachypogon spicatus</i>		Como forraje para ganado

La tarea de estimar los valores de uso de estos recursos es compleja. Cada una de las especies tiene un rango de productos y estas se utilizan de manera distinta, la mayoría no tienen un valor de mercado, siendo utilizados como sustitutos de otros productos. Para la evaluación de estos se recurrió al **precio de sombra** (Neil, Et al., 1994).

Un bien o servicio puede no tener un precio de mercado; sin embargo, siempre es posible asignarle un precio de sombra, que permita hacer un análisis de costo-beneficio y cálculos de programación lineal.

De acuerdo a Neil (1994) en su estudio llamado “Toward estimating total economic of forest in Mexico”, describe la gran capacidad de los bosques para otorgar bienes capaces de satisfacer las necesidades básicas. En dicho estudio basado en un **mercado simulado** y otros factores reconoce que el valor de los productos forestales no maderables es el siguiente

**Tabla XVII-9 Valor económico de los productos forestales no maderables.**

Tipo de vegetación	Productos forestales no maderables \$/ha/año
Selva Baja Caducifoli	330

Dicho estudio refleja la productividad de los recursos forestales no maderables ya sea por medio de un mercado real o sustituto. Por la gran similitud de los ecosistemas para el presente estudio se estimó el valor económico para estos productos de **\$330 por hectárea por año**.

En base a la superficie propuesta para cambio de uso de suelo en terrenos forestales y al valor de mercado desarrollado por Neil (1994), se estimó que el valor de los recursos forestales no maderables es el siguiente (Ver Tabla VIII-9):

**Tabla XVII-10 Valor económico de los recursos forestales no maderables.**

<b>Vegetación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Valoración económica</b>	<b>Valoración total</b>
Selva Baja Caducifolia	13.57	\$ 330.00	\$ 4,478.10

○ **ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES.**

**Tabla XVII-11 Estimación económica de los recursos biológicos del bosque.**

<b>Recursos</b>	<b>Valor estimado (\$pesos)</b>
Recursos forestales maderables	\$ 342,121.18
Recursos forestales no maderables	\$ 4,478.10
Fauna	\$ 45,550.00
Servicios ambientales	\$ 283,895.80
<b>Total general</b>	<b>\$ 676,045.08</b>

**Objetivos**

Se llevará a cabo el rescate de individuos de especies de flora de importancia biológica previamente definidos (Ver Tabla VIII-11). Mediante el rescate se pretende mitigar los posibles impactos ambientales adversos sobre la flora, ocasionados por las actividades de preparación del sitio, específicamente aquellos relacionados con labores de despalle y desmonte que se realizarán para el desarrollo del proyecto.

Las especies detectadas, deberán ser reubicadas en sitios semejantes al original, es decir, en condiciones similares de vegetación, suelo y agua, a fin de favorecer su óptimo desarrollo.

**Estrategias**

Se realizarán recorridos en toda la superficie de cambio de uso de suelo con la finalidad de identificar en el sitio los individuos a rescatar o de las cuales se colectará semilla (germoplasma) o bien se identificarán los individuos para rescatar a partir de esquejes (Ver Tabla VIII-11). Durante estos recorridos se marcarán los individuos mediante cinta de color llamativo (cinta flagging) para su fácil reconocimiento. A cada individuo seleccionado se le registrarán sus coordenadas geográficas mediante una bitácora, para su posterior rescate o colecta de germoplasma.

Se creará un invernadero especializado para la producción de la semilla recolectada.

La remoción (extracción) y traslado de los individuos, la colecta de semilla, así como la creación del invernadero y la producción de semilla, serán actividades que realizará el promovente.

Tabla XVII-12 Especies a rescatar

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Forma de rescate</b>
----------------	----------------	---------------------	-------------------------

Familia	Acacia pennatula	Tepame	Semilla
Annonaceae	Annona longiflora	Anona	Semilla
Malpighiaceae	Bunchosia lanceolata		Semilla
Burseraceae	Bursera simaruba	mulato	Extracción, esquejes o estacas
Melastomataceae	Conostegia xalapensis		Semilla
Malvaceae	Heliocarpus appendiculatus	Majahuilla	Semilla
Fabaceae	Inga eriocarpa	Vainillo, jinicuil	Semilla
Convolvulaceae	Ipomoea murucoides	Ozote	Semilla
Verbenaceae	Lippia umbellata		Semilla
Pinaceae	Pinus oocarpa	Pino, ocote	Semilla
Fagaceae	Quercus castanea	Encino, roble	Semilla
Rubiaceae	Hintonia latiflora	Campanillo	Semilla

### Alcances

Mantener y conservar las poblaciones de especies de plantas

Extraer, generar, reproducir y replantar los ejemplares que se encuentren dentro de las áreas a desmontar por efecto del desarrollo del proyecto: específicamente nos referimos a las especies que se encuentran definidas para este fin, Garantizar una sobrevivencia de al menos el 80% de los ejemplares rescatados, al seleccionar los sitios adecuados para su establecimiento y efectuar adecuadamente las actividades de mantenimiento.

Utilizar estos ejemplares para incrementar la cobertura vegetal a fin de que el valor de cobertura de la vegetación, en el rango de cobertura de 75 a 100.

### Rescate de esquejes o estacas.

Para los ejemplares de árboles para los cuales se rescatarán estacas (en este caso solo *Bursera simaruba*) para su reproducción, el proceso se inicia a partir de plantas en reposo. Preferentemente el rescate será de árboles, para obtener estacas de buen tamaño, el máximo manejable será de 2.40 m. El procedimiento para el rescate será el siguiente:

- 1) Se identifican los árboles donadores.
- 2) Se eligen las estacas más rectas y con grosores mínimos de 5 cm y máximos de hasta 15 cm y con longitudes desde 1.20 m hasta 2.40 m para facilitar su manejo.
- 3) El podador sube el árbol con ayuda de cuerdas y con su equipo de seguridad.
- 4) Coloca una cuerda de al menos 3/8" x 20 m, para apoyo de la bajada de las ramas en la horqueta más alta del árbol o al menos, más alta que la rama a rescatar.
  - a) El podador maneja el cabo de bajada.
  - b) Los ayudantes bajadores, el cabo de maniobra: trincando este mediante una o dos vueltas al tronco del árbol para hacer palanca y facilitar la bajada de ramas pesadas.
- 5) El podador amarra la rama a rescatar con el cabo de bajada, mediante un nudo de ballestrinque o de marrano. El amarre debe quedar por debajo del tercio superior.
- 6) Los bajadores trincan la cuerda para evitar caída de la rama y evitar golpes al podador por la rama.



- 7) Con un serrucho de podar, el podador realiza un primer corte, de no más de dos centímetros de profundidad en el frente de la rama (para evitar desgaje de la rama) y un corte definitivo de 45° direccionado hacia la caída.
- 8) Terminado el corte la rama será bajada con cuidado mediante la cuerda polea.
- 9) Para ramas de tallas pequeñas, se cortan con serrucho podar en un ángulo de 45° y se bajan con cuidado con ayudada de una cuerda de bajada o volándolas a los bajadores.
- 10) Los bajadores podan la parte superior de la rama en un corte recto y aplican en ese corte y en el inferior sellador "Arbosan" o similar.
  - a) Cuando la estaca se plante de inmediato, se evitará aplicar sellador en el corte inferior.
- 11) Las ramas se almacenan horizontalmente, a la sombra y en un lugar de resguardo temporal, lo más cercano posible al área de medidas.
- 12) Si el plazo de plantación es muy prolongado las estacas pequeñas se llevarán al vivero y ahí se plantarán en bolsas de 25x35 para propiciar su desarrollo y enraizamiento.
- 13) El resto deben ser plantadas apenas cicatricen.

## **Revegetación y reforestación**

### **Revegetación**

La vegetación puede jugar un papel importante en el control de procesos y como elemento de conservación del suelo, por la influencia que ejerce en él, tanto en superficie, protegiendo y sujetando el suelo, como en profundidad, al incrementar la resistencia y la cohesión de los terrenos. Además, tiene una influencia significativa en el nivel de humedad y su capacidad de retención del agua.

Con relación a lo anterior se mencionan a continuación algunos de los efectos de la vegetación en el suelo como es la intercepción de la precipitación y retención de una proporción del volumen de agua de precipitación recibida. Parte de la precipitación interceptada se almacena en hojas y tallos, desde donde se regresa a la atmósfera por evaporación. De este fenómeno de intercepción se derivan interesantes consecuencias para la conservación y protección del suelo: se reduce el volumen de precipitación que alcanza la superficie del terreno, y, por tanto, la cantidad de agua capaz de provocar remoción y movilización del suelo, disminuye la intensidad de la precipitación, se evita el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo y se disipa la energía erosiva al frenar su caída. En función a lo descrito anteriormente se expone el siguiente programa de revegetación.

Se deberá de reincorporar el material de despalme con la cubierta vegetal composteada, además deberá haber sido enriquecido y adicionado con abonos orgánicos a fin de establecer una cama de siembra en las terrazas y bancales, que favorezca el establecimiento de la cubierta vegetal, aplicando posteriormente un subsoleo a 80 cm de profundidad y en forma de cruz para favorecer la infiltración.

Se deberá de aplicar una revegetación en las obras de conservación de agua y suelo a fin de disminuir los procesos erosivos para lo cual se recomienda la especie de gramínea Rhodes (*Chloris gayana*), a razón 7 kg por ha de semilla pura (aplicación al voleo). Para su siembra deberá prepararse una cama de siembra fina, evitando los terrones grandes, el suelo no deberá tener menos del 2% de materia orgánica. Será necesario para preparar la cama de siembra reincorporar el material de despalme en una capa sensiblemente homogénea, proponiendo, además, la incorporación al suelo de 2 ton/ha de composta o algún abono orgánico mezclándose con el suelo de despalme. Esta práctica deberá realizarse cuando menos dos meses antes del temporal de lluvias.

### **Reforestación**

El Programa de Reforestación para la superficie del proyecto, incluye todas aquellas acciones que permitirán cumplir con las medidas preventivas y de mitigación propuestas, y que evitarán o reducirán el impacto sobre el factor vegetación y suelo. Estas acciones serán principalmente la descompactación de la superficie a reforestar, la revegetación con especies herbáceas, la reforestación con especies arbóreas, su aplicación al inicio de la temporada de lluvias, el seguimiento y trabajos de mantenimiento de esta cubierta vegetal. Así mismo se señalan las técnicas y métodos a emplear, los materiales y los recursos humanos que serán empleados.

Se establecerán indicadores que brindarán información acerca de la eficacia de la aplicación de este programa en caso de desviaciones para alcanzar los objetivos planteados.

Las actividades de reforestación tienen por objetivo volver a las zonas impactadas a las condiciones de hábitat lo más parecidas a las originales o en su caso mejorarlas.

### **Colecta de germoplasma**

Con base en la fenología de cada una de las especies propuestas (Ver Tabla VIII-12), se colectarán los frutos más vigorosos para tal fin y necesarios para la propagación, esta actividad tiene como objetivo principal extraer el germoplasma. Este material se almacenará con las medidas preventivas requeridas para evitar que sea vulnerable a cualquier plaga o enfermedad y sea viable hasta que sea requerido para su establecimiento en vivero.

### **Producción de plantas**

La producción de plantas en vivero se planifica para que cuenten con la talla adecuada para su posterior reforestación, después de esto se pueden presentar crecimientos por arriba de lo planeado en la raíz, lo cual obliga a podarlas para evitar su crecimiento en espiral y darles mayor movimiento en el vivero; en muchas ocasiones la poda de la raíz afecta fuertemente el vigor de las plantas, tardando algunas semanas para recuperarse o incluso no lograr el crecimiento.

### **Preparación del terreno**

Se deberán identificar las características negativas que más puedan influir en el establecimiento de las plantas, tales como: suelos compactos, pedregosidad, malezas y deficiencias nutricionales; para que se lleven a cabo las actividades de riego, colocación del suelo orgánico en cada una de las áreas a restaurar tanto permanentes y temporales, para facilitar las actividades de reforestación y revegetación.

### **Cuantificación de la plantación**

Para la cuantificación de las plantas a emplear en la reforestación, se aplicarán los criterios mínimos de la CONAFOR. Las distancias entre plantas, hileras y densidades empleadas, para cada uno de los sitios y dentro de estos, hacer la distribución adecuada de las especies, tomando en cuenta el crecimiento y desarrollo de cada una de las especies a utilizar, de tal manera que se asegure la recuperación de las áreas perturbadas y el éxito de la reforestación.

### **Trazo y densidad de la plantación**

Se realizará el trazo topográfico para la plantación en cada una de las áreas a reforestar. Si bien la densidad de la plantación se determina con base al espacio entre planta y entre hilera, considerando principalmente en la distribución de las especies el desarrollo de cada una de las especies a utilizar y a su sistema de plantación, para todos se debe considerar una densidad mínima de 625 plantas/ha (DOF, 2014) para la cual previendo una pérdida estimada del 20 % se plantarán en cada sitio hasta 1635 plantas. La cantidad de individuos a reforestar surge de que la superficie de afectación corresponde a 2.18 ha, mismas que serán reforestadas en sitios más próximos. Considerando que se trata de un proceso de restauración de sitios afectados y completamente desprovistos de cubierta vegetal. Esta densidad

mínima corresponde y es aplicable a plantas de más de 60 cm de alto, por lo cual **deberá ajustarse** ante cualquier diferencia en talla, calidad o especies utilizadas. Se hará lo posible por no utilizar plantas de menor talla, pues su éxito de sobrevivencia es muy bajo y solo se puede incrementar a un costo no aceptable. Se tomarán las medidas necesarias para garantizar se alcance el 80% de sobrevivencia de la plantación.

**Especies a emplear en la reforestación de las áreas a ser restauradas.**

En las áreas proyectadas para la reforestación se hará en línea, a una distancia de 5 m entre individuos, colocando 167 individuos por hectárea, en una proporción de 17 individuos de cada especie. Las especies propuestas para llevar a cabo la reforestación son elementos nativos de la región y que crecen en sitios similares y próximos al área del proyecto (Ver Tabla VIII-12).

Tabla XVII-13 Especies propuestas para aplicar en la reforestación

Familia	Especie	Nombre común	Forma de propagación	Abundancia	% individuos para reforestación/Ha
Fabaceae	Acacia pennatula	Tepame	Semilla	61	38.61
Annonaceae	Annona longiflora	Anona	Semilla	2	1.27
Malpighiaceae	Bunchosia lanceolata		Semilla	2	1.27
Burseraceae	Bursera simaruba	mulato	Extacción, esquejes	3	1.90
Melastomataceae	Conostegia xalapensis		Semilla	5	3.16
Malvaceae	Heliocarpus appendiculatus	Majahuilla	Semilla	13	8.23
Fabaceae	Inga eriocarpa	Vainillo, jinicuil	Semilla	6	3.80
Convolvulaceae	Ipomoea murucoides	Ozote	Semilla	27	17.09
Verbenaceae	Lippia umbellata		Semilla	21	13.29
Pinaceae	Pinus oocarpa	Pino, ocote	Semilla	5	3.16
Fagaceae	Quercus castanea	Encino, roble	Semilla	7	4.43
Rubiaceae	Hintonia latiflora	Campanillo	Semilla	6	3.80
				158	100

**Método de plantación**

Diseño y tratamiento de la cepa: Se marcará donde se abrirá la cepa de acuerdo con las medidas siguientes: se perforarán las cepas a una profundidad aproximada de 60 cm y una anchura aproximada de 40 cm.

El material procedente de tales cepas será enriquecido con abonos orgánicos en una proporción de 3:1; parte de esta mezcla será colocada en el fondo de la cepa y sobre ella se colocará la planta, retirando previamente la bolsa de plástico que la contiene. El resto de la mezcla de suelo-abono orgánico se empleará para terminar de llenar la cepa



con la planta. El cajete se formará con la tierra de la cepa sobrante, formando un círculo de aproximadamente 1 m de diámetro.

### **Época de restauración y/o rehabilitación.**

Se realizarán los trabajos de restauración, rehabilitación y principalmente la reforestación de las áreas afectadas por la construcción de la infraestructura, al inicio de la temporada de lluvias, ocurre entre los meses de junio y septiembre, para que pueda tener la humedad adecuada durante su establecimiento. Esto es, la plantación realizada deberá tener garantizada el suministro de agua durante, al menos tres meses de humedad, un periodo similar al de la temporada de lluvias.

El trasplante se realizará una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias.

### **Apertura de cepas.**

La apertura de cepas para colocar los individuos, se realizará dos semanas antes de efectuar la plantación. Ejecutada con herramienta manual y/o mecánica respetando el trazo y en tamaños de acuerdo al sistema de reproducción de plantas. Se abren cepas de 40 cm de profundidad y un diámetro de 40 cm, considerando la altura de la planta, la dimensión del cepellón, así como el área de cajete o en su caso la terraza individual de acuerdo a la dimensión de la planta.

### **Selección y transporte de árboles.**

Las plantas a establecer, serán producidas en el vivero que para efectos del proyecto se construye en el sitio de obras, una vez que las plantas producidas en el mismo alcanzan la talla adecuada y son requeridas, son trasladadas a los frentes de trabajo en donde deberán establecerse. En su caso podrán ser adquiridas en viveros comerciales.

Se utilizarán plantas desarrolladas, en bolsa individual, con altura mínima de 100 cm, vigorosas, con ausencia de plagas, sin afectaciones mecánicas en tallo y follaje y libre de enfermedades, estas se trasladan a las áreas a reforestar preferentemente en vehículo cubierto con una lona, tomando las medidas necesarias para evitar pérdidas o afectaciones de organismos por mal manejo.

### **Plantación de arbolitos.**

Se iniciarán las plantaciones de acuerdo a la fecha del proyecto ejecutivo, el temporal de lluvias y en relación al calendario. Las acciones comprendidas y que se deberán verificar, son: densidad de plantación, distribución y colocación de la planta en las cepas, rellenado y compactación de la tierra, acondicionamiento de cajete o terraza individual según la pendiente presente en el sitio. (Ver Figura VIII-1).

Cuando la planta se trasplanta en una cepa, la forma de rellenarla es la siguiente:

- Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o, cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón.
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarse con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.

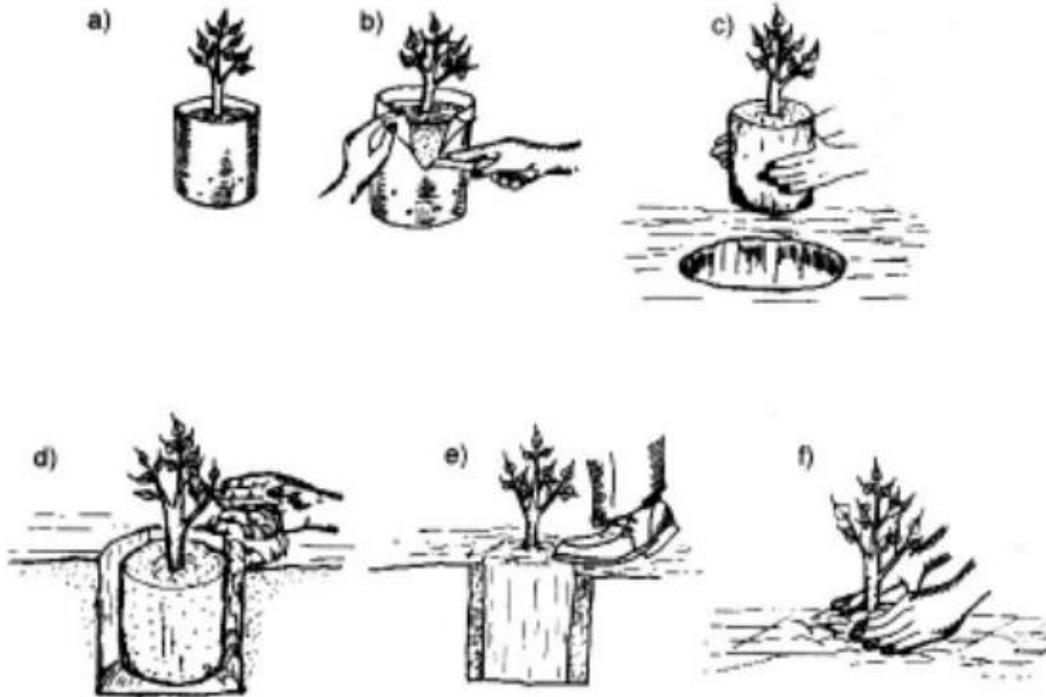


Figura VIII-1 Diagrama de plantación. a) planta en bolsa; b) retiro de bolsa; c) introducción de planta en cepa; d) Rellenado de la cepa (corte lateral); e) y f) apisonado del suelo

La tierra fina que cubre el sistema radicular es presionada con la mano, mientras que el relleno total del hoyo es compactado mediante el pisoteo.

Cuando la planta en cepellón, lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante correcta y que por todos lados exista buen contacto con el suelo.

Por ningún motivo se debe dejar el contenedor o envase (plástico). La mala costumbre de no retirar la bolsa de polietileno, muchas veces justificada con el ahorro de tiempo, conduce a deformaciones radicales irreversibles. Esa práctica ocasiona graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación.

### Medidas de seguimiento posteriores a la plantación

Al término de la reforestación se deben seguir proporcionando cuidados a dichas actividades hasta asegurar que las plantas se encuentren bien establecidas y muestren un crecimiento adecuado al esperado. Cabe mencionar que el seguimiento a estas medidas se llevará a cabo durante el periodo de aplicación del programa de reforestación. Al momento de la conclusión de que se lleve a cabo cada reforestación, se le deben de seguir proporcionando cuidados a la plantación, hasta que esta se encuentre bien establecida y muestre un crecimiento dentro de lo esperado, por lo tanto, es importante realizar:

### Deshierbe

Mediante esta actividad se debe eliminar la competencia que se establece principalmente entre las malezas por luz, agua y nutrientes. En muchos casos esta es la causa por la que las plantas presentan crecimientos deficientes. Esta actividad debe realizarse con continuidad principalmente en la época de lluvias. Esta actividad se debe de prolongar por el tiempo que dure el Programa de reforestación, sin embargo, los deshierbes deben dejarse de practicar hasta que el tamaño de la planta sea suficiente para librar la competencia por luz. Una práctica que es muy recomendable y



que, a mediano plazo, puede evitar seguir realizando los deshierbes es depositar la materia vegetal producida en esta práctica en la base de la planta, con esto se fomenta una cubierta densa que impide el crecimiento de las malezas, además, proporciona nutrientes a la planta y capta humedad.

### **Mantenimiento y protección**

Una vez ejecutada la plantación, se programarán aplicaciones de fertilizantes, enraizadores y promotores de crecimiento, al suelo y/o follaje.

### **Control de plagas y enfermedades**

Se realizarán visitas periódicas para verificar las actividades de mantenimiento y protección, prevención de incendios forestales; así como detectar agentes nocivos como: Insectos, nemátodos, roedores o enfermedades fungosas.

Una vez identificado el tipo de plaga, se evaluará el porcentaje de infestación y se aplicará el tratamiento más adecuado para su control.

### **Podas controladas**

Se ejecutarán podas controladas en las áreas reforestadas y revegetadas, de forma escalonada a fin de no afectar el desarrollo de ninguna de las especies plantadas. No se descarta el aclareo y eliminación de individuos con deficiente crecimiento y falta de adaptación o reprimidos, cuando esto interfiera con el desarrollo sano de la plantación.

### **Prevención de incendios**

Se diseñarán e implementarán brechas cortafuego, al inicio de la época de estiaje y en las partes críticas de las áreas con el fin de evitar, que el fuego invada las áreas que fueron reforestadas. Durante esta época deben realizarse supervisiones semanales y las brechas cortafuego mantenerse limpias.

### **Evaluación de la restauración y/o rehabilitación.**

Se realizarán recorridos periódicos de verificación con el fin de evaluar el sitio y registrar el comportamiento, de la restauración, así como de las plantaciones (sobrevivencia, altura y cobertura), el establecimiento de las herbáceas y las arbustivas, utilizando el método de campo y estadístico más adecuado. Estos registros se toman una vez terminada la plantación y posteriormente cada año por el tiempo que marque el proyecto de restauración.

### **Seguimiento de la plantación.**

Con el fin de garantizar el éxito de la reforestación, se realizarán las siguientes actividades: visitas de evaluación, sustitución de plantas muertas, vivas, limpieza, eliminación de plagas, superficie cubierta a través de las herbáceas y arbustivas entre otras actividades que permitan que la restauración desarrolle de manera adecuada.

Al término del trasplante se deben de seguir proporcionando cuidados a la plantación, hasta que esta se encuentre bien establecida y muestre un crecimiento dentro de lo esperado.

El mantenimiento de la plantación y todas las actividades asociadas a ésta en ningún caso, será menor a un año posterior a ejecutados los trabajos.

### **Probabilidad de éxito:**

Esta medida es técnica y económicamente factible y se tienen muchos casos de éxito en los proyectos desarrollados. La sencillez y economía de las medidas es una garantía para su ejecución y si a esta se asocia una supervisión efectiva para garantizar su buena ejecución y su posterior mantenimiento, el beneficio sobre el terreno queda garantizado.

## **Vivero**

### **Sitio de acopio y para reproducción de las especies a partir de semillas (vivero)**

La producción de plantas a partir de semillas es un trabajo muy importante, ya que, asegura la permanencia de las especies y albergarlas y preparan para su posterior reforestación una vez establecidas las condiciones climáticas favorables para su replante.

Debido a que el número de semillas es bajo se contratará con un vivero debidamente

### **Selección del sitio**

En la selección del sitio se usaron criterios que favorecieron la disponibilidad y el acceso a recursos para su operación, la adecuada comunicación para el traslado de la planta e insumos y su topografía, así como la tenencia de la tierra y disposición de sus propietarios o poseesionarios, para ello se consideraron los siguientes puntos:

- Relieve del terreno.

- Cercanía con el sitio de plantación.

- El Acuerdo previo y bien informado con la comunidad y poseionario

- Cercanía a las áreas de colecta de germoplasma

- Cercanía con el proyecto

- Disponibilidad de agua

### **Acceso con cualquier tipo de vehículo al sitio todo el año.**

Dichos factores facilitarán tanto el suministro de todo el material, herramienta y equipo necesario para la producción de planta, así como en transporte de la planta a los sitios requeridos, esto permitirá contar con la producción de planta en cantidad y calidad requerida, en tiempo y forma establecido para la producción de las mismas.

La reforestación será llevada a cabo conforme se lleve a cabo la operación del proyecto. Se reforestará con un total de 1635 individuos de algunas de las especies registradas en los muestreos realizados en el Sistema ambiental y que de acuerdo con los datos obtenidos del Índice de Valor de Importancia biológica representan el grueso de la comunidad vegetal. Dicha compensación se realizará con las mismas especies a afectar, por lo que se espera que conforme crezcan dichos individuos se superará en gran medida la cobertura existente actualmente