CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....1
I.1. PROYECTO....1
I.2. PROMOVENTE....1
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....2

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Plano de ubicación general del predio....1

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. 1 Coordenadas UTM del AP....1
Cuadro I. 2 Superficie total del AP....1

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. PROYECTO

Las coordenadas UTM (Zona 14 Q Datum WGS 84) del polígono perteneciente al área Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales o Área del Proyecto (AP) son las siguientes:

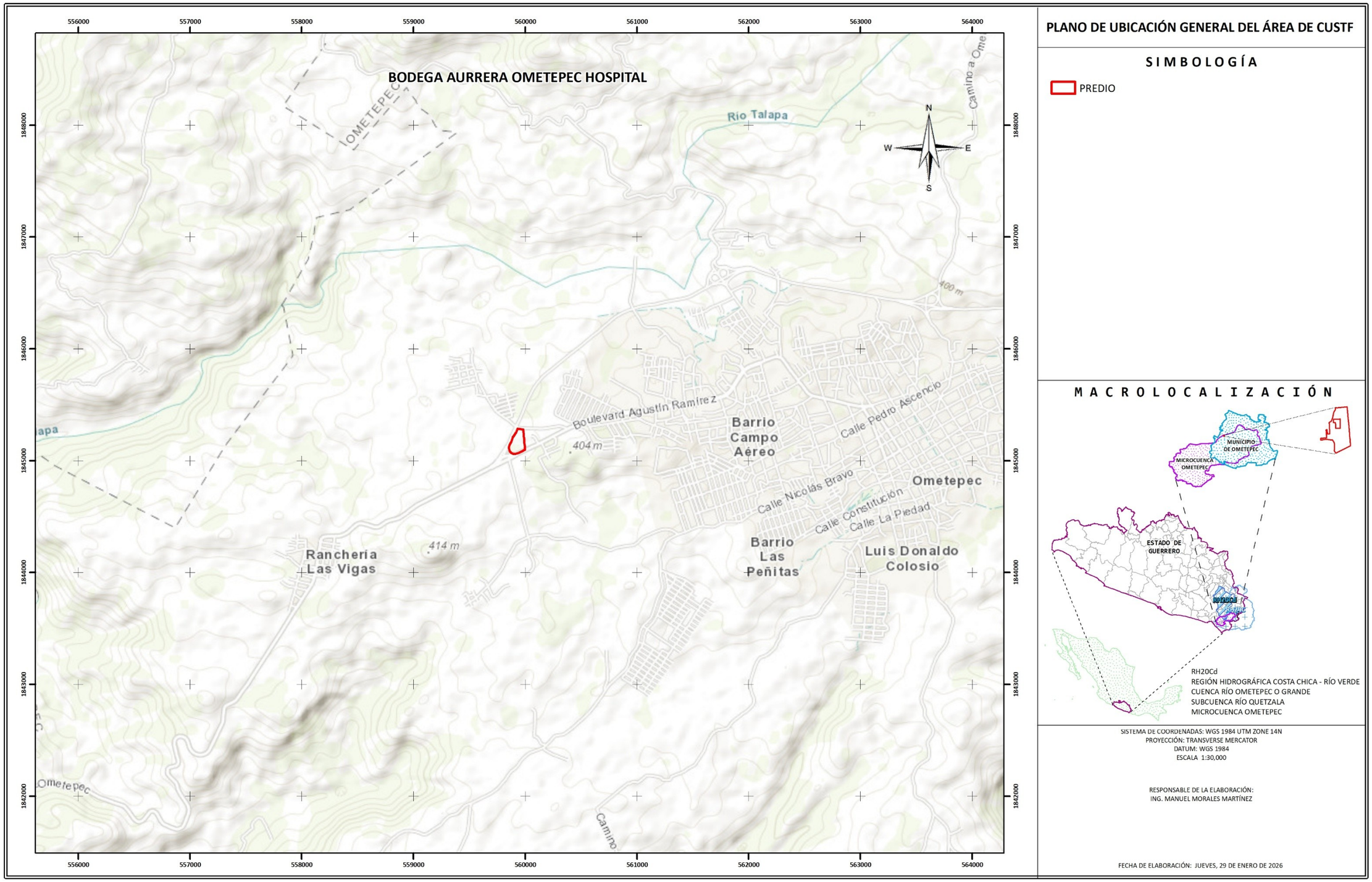
Cuadro I. 1 Coordenadas UTM del AP.

ÁREA DEL PROYECTO					
SUPERFICIE: 0.6890 Ha.					
NO	X	Y	NO	X	Y
1	559951.71	1845227.21	21	559905.36	1845126.14
2	559987.72	1845230.36	22	559945.67	1845213.31
3	559989.51	1845211.58	23	559924.09	1845133.53
4	559990.77	1845199.96	24	559921.89	1845158.72
5	559993.02	1845175.73	25	559925	1845159
6	559994.39	1845164.62	26	559926	1845145
7	559994.79	1845155.38	27	559934	1845146
8	559994.81	1845154.94	28	559932	1845182
9	559996.27	1845137.75	29	559937.75	1845184.96
10	559996.65	1845133.91	30	559942.3	1845195.71
11	559998.82	1845108.93	31	559904.86	1845131.85
12	559986.05	1845102.63	32	559951.83	1845221.95
13	559951.95	1845085.6	33	559951.6	1845225.27
14	559947.6	1845092.84	34	559945.29	1845191.59
15	559948.52	1845108.55	35	559966.76	1845192.16
16	559947.54	1845117.4	36	559966.93	1845163.03
17	559942.61	1845126.23	37	559952	1845163
18	559934.39	1845127.43	38	559951.74	1845181.02
19	559920.95	1845128.94	39	559945.18	1845180.89
20	559907.29	1845126.72			

A continuación, se presenta un cuadro de información con datos del AP, tenemos que la superficie total es de 0.6890 hectáreas.

Cuadro I. 2 Superficie total del AP.

SUPERFICIE TOTAL DEL CUSTF	
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	0.6890 ha



PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE CUSTF

SIMBOLOGÍA

PREDIO

MACROLOCALIZACIÓN

RH20Cd
REGIÓN HIDROGRÁFICA COSTA CHICA - RÍO VERDE
CUENCA RÍO OMETEPEC O GRANDE
SUBCUENCA RÍO QUETZALA
MICROCUENCA OMETEPEC

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM ZONE 14N
PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR
DATUM: WGS 1984
ESCALA 1:30,000

RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN:
ING. MANUEL MORALES MARTÍNEZ

FECHA DE ELABORACIÓN: JUEVES, 29 DE ENERO DE 2026

Figura I.1. Plano de ubicación general del predio

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

“BODEGA AURRERA OMETEPEC HOSPITAL”

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el municipio de Ometepec, pertenenciente al estado mexicano de Guerrero. Específicamente sobre la Carr. Ometepec – San Juan de los Llanos, SN. C.P. 41700.

I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

El proyecto tendrá una vida útil de 50 años, durante los cuales se contemplan los primeros meses para su establecimiento (actividades de cambio de uso de suelo y construcción), posteriormente, su operación y mantenimiento.

Este documento se centra únicamente en la etapa de preparación del sitio, que corresponde a la ejecución del cambio de uso de suelo, la cual se desarrollará de manera paulatina durante 16 meses, el inicio estará en función de la autorización por parte de la SEMARNAT. Posteriormente al cambio de uso de suelo, y por la naturaleza del terreno, se requiere de medidas de mitigación, compensación y/o prevención. Algunas medidas se realizarán previas al cambio de uso de suelo como lo son; el rescate de flora silvestre, ahuyentamiento de especies de fauna silvestre y el rescate de la misma. También algunas otras medidas de prevención, mitigación, se harán durante y posterior al cambio de uso de suelo como lo es el mantenimiento de la reubicación de flora silvestre, entre otras (*ver **CAP. VI** para más información*).

I.1.4. DOCUMENTACIÓN LEGAL

Se anexa la constancia de propiedad del predio (***ANEXO 3. DOC. LEGAL DEL PREDIO***).

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. RAZÓN SOCIAL

EL GANSO ABARROTERO S. DE R.L. DE C.V.

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

Clave de RFC: GAB911189C1

I.2.3. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE

Calle y número: Rodolfo Gaona.

Colonia: Periodista.

Alcaldía: Miguel Hidalgo.

Entidad federativa: Ciudad de México.

Código postal: C.P 11220

Teléfono:

NOTA: SE ANEXA DOCUMENTACIÓN DEL PROMOVENTE DEL ESTUDIO EN EL ANEXO 1.

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1. NOMBRE

Manuel Morales Martínez

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

I.3.3. CÉDULA PROFESIONAL

Nº 247819

I.3.4. DIRECCIÓN

Calle Melchor Ocampo, Colonia Centro, Chignahuapan, Puebla

NOTA: SE ANEXA DOCUMENTACIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO EN EL ANEXO 2.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE GENERAL

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
II.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO 1
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO 2
II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO 3
II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN 8
II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA 12
II.1.5. DIMENSIONES DEL PROYECTO 12
II.1.6. USO ACTUAL DEL SUELO 18
II.1.7. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS 27
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 29
II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 29
I.2.1.1. ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE 31
II.2.2. PREPARACIÓN DEL SITIO 48
II.2.3. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES 54
II.2.4. CONSTRUCCIÓN 54
II.2.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 55
II.2.6. OBRAS ADICIONALES 56
II.2.7. ABANDONO DEL SITIO 57
II.2.8. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA 60
II.2.9. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS 61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Ubicación en coordenadas UTM de la totalidad del predio 10
Cuadro II.2. Costos de los programas ambientales del proyecto 12
Cuadro II.3. Clasificación del nuevo uso 14
Cuadro II.4. Denominación del predio, superficie y documentación legal requerida para el área de cambio de uso de suelo y su uso propuesto 15
Cuadro II.5. Clasificación de los usos de suelo actuales en las áreas del proyecto 18
Cuadro II.6. Programa general de trabajo para el proyecto 29
Cuadro II.7. Comparativo de vegetación presente en área CUSTF y VSA/SBC 32
Cuadro II.8. Datos del censo 41
Cuadro II.9. Datos del sitio 1 44
Cuadro II.10. Datos del sitio 2 44
Cuadro II.11. Número de árboles a remover en el CUSTF 45
Cuadro II.12. Número de arbustos a remover en el CUSTF 45

Cuadro II.13. Número de hierbas a remover en el CUSTF 45
Cuadro II.14. Modelos empleado para la estimación de volumen de las especies involucradas 46
Cuadro II.15. Volumen a remover para la totalidad del predio 48
Cuadro II.16. Estimación de costos del programa de restauración del sitio 59
Cuadro II.17. Manejo de residuos del proyecto 60
Cuadro II.18. Infraestructura necesaria 61

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Ejemplo del proyecto "Bodega Aurrera Ometepec Hospital" 18
Imagen II.2. Condición actual en las áreas de CUSTF 19
Imagen II.3. Ejemplo de delimitación de polígonos de CUSTF en proyectos similares. 36
Imagen II.4. Ejemplo de delimitación de los sitios de muestreo para los estratos involucrados. 37
Imagen II.5. Ejemplo de marcaje de los individuos arbóreos dentro del sitio en proyectos de CUSTF. 37
Imagen II.6. Ejemplo de toma de datos, de los estratos involucrados en los sitios de muestreo en el CUSTF. 38
Imagen II.7. Establecimiento del sitio de muestreo por estrato. 39
Imagen II.8. Ubicación del sitio de muestreo. 39
Imagen II.9. Ejemplo de delimitación de las áreas de CUSTF 49
Imagen II.10. Ejemplo del rescate y reubicación de la flora 50
Imagen II.11. Ejemplo del rescate y reubicación de la fauna 50
Imagen II.12. Ejemplo de actividades de desmonte 51
Imagen II.13. Ejemplo de la extracción de materias primas 52
Imagen II.14. Ejemplo de despalme de las áreas de CUSTF 53
Imagen II.15. Ejemplo de rescate de la capa superficial de M.O. de las áreas de CUSTF 54
Imagen II.16. Ambiente objetivo a generarse por el proyecto BA Ometepec 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Pendiente en el predio 3
Figura II.2. Geología en el predio 4
Figura II.3. Condiciones de la vegetación en el predio 5
Figura II.4. Edafología en el predio 6
Figura II.5. Hidrología superficial en el predio 7
Figura II.6. Ubicación del proyecto en el contexto estatal 8
Figura II.7. Ubicación general del proyecto 9
Figura II.8. Plano georreferenciado de la totalidad del proyecto 10
Figura II.9. Plano georreferenciado del predio 13
Figura II.10. Plano georreferenciado del área de CUSTF 13
Figura II.11. Clasificación por componente para la totalidad del proyecto 16
Figura II.12. Clasificación por componente para la totalidad del predio 17
Figura II.13. Usos de suelo actuales del polígono de CUSTF 19
Figura II.14. Mapa de ubicación del CUSTF en la carta de tipos de vegetación serie VII de INEGI 20
Figura II.15. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las ANPs Estatales 22
Figura II.16. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las ANPs nacionales 22
Figura II.17. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las RTP 23
Figura II.18. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las RHP 24
Figura II.19. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las AICAs 25

Figura II.20. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las ADVC 26
Figura II.21. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a los sitios RAMSAR 27
Figura II.22. Infraestructura de transportes en el área 28
Figura II.23. Mapa de ubicación del CUSTF en la carta de tipos de vegetación serie VII de INEGI 31
Figura II.24. Mapa del estado actual de la vegetación en el área de CUSTF 33
Figura II.25. Puntos de levantamiento de información (arbustos) 35
Figura II.26. Ejemplo de formato para la toma de datos dasométricos. 40

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto denominado “BODEGA AURRERA OMETEPEC HOSPITAL” es la **construcción y operación** de una tienda de autoservicio Bodega Aurrera en Ometepec, Guerrero; en un predio parcialmente **cubierto con vegetación forestal;** este establecimiento ofrecerá diversos artículos de uso cotidiano, alimentos perecederos y no perecederos, electrónicos y demás productos de interés común para el público de la región.

La tienda se ubicará en la parte poniente de la localidad y buscará cubrir la demanda tanto para esta zona como para el resto de la mancha urbana, pues la presencia de centros de autoservicio de estas carácterísticas y dimensiones es aún incipiente dentro de Ometepec.

Para el establecimiento de dicha tienda, se debe ejecutar en primer lugar la etapa de preparación del sitio; en esta etapa es donde se realiza la remoción (desmonte) de la vegetación y modificación de la cubierta forestal del suelo (despalme). Pues, el objetivo principal de este estudio técnico justificativo es en realidad el de justificar y poner a evaluación estas actividades de preparación del sitio, actividades que constituyen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Los objetivos particulares de la ejecución del proyecto de construcción son los siguientes:

- Autorización de las actividades de preparación del sitio (Cambio de Uso de Suelo) para la construcción de una tienda Bodega Aurrerá en Ometepec, Guerrero.
- Contribuir a la oferta de servicios y complementar el abastecimiento de artículos de consumo diario en Ometepec, Guerrero.
- Reducir el gasto energético y tiempos de traslado para los pobladores de la zona en las actividades de compra de alimentos y otros productos.
- Seguimiento estricto de los criterios ambientales y compensación de los impactos a generarse por la ejecución del cambio de uso de suelo.
- Impulsar el desarrollo económico a través de la generación de empleos directos e indirectos.
- Mejorar la calidad de vida de la población.

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

Retomando la naturaleza de los objetivos principales del proyecto, la importancia mayor radica en su contribución al desarrollo económico local, al generar empleos directos e indirectos durante las etapas de **preparación del sitio**, **construcción** y **operación**. Asimismo, promueve la formalización de la actividad comercial, incrementa la disponibilidad de productos de primera necesidad a precios competitivos y mejora las condiciones de abasto para la población.

En cuanto a su utilidad, el establecimiento de la tienda permitirá optimizar la cadena de suministro de productos básicos, reduciendo la necesidad de traslado de la población hacia centros urbanos más grandes y lejanos. De igual manera, el proyecto contempla infraestructura moderna y funcional que garantiza condiciones adecuadas de operación, seguridad e higiene, tanto dentro del sitio como en los alrededores, mejorando no solo la calidad de vida los usuarios y tranajadores, sino de toda la población con la urbanización sana y controlada de este tipo de tiendas.

Respecto a la factibilidad, el proyecto es viable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental. Técnicamente, se cuenta con un diseño arquitectónico y de ingeniería acorde a las características del sitio, considerando criterios de funcionalidad, seguridad estructural y compatibilidad con el entorno. Económicamente, el proyecto es respaldado por un modelo de negocio consolidado, con capacidad de inversión y operación comprobada a nivel nacional. En el ámbito ambiental, se prevé la implementación de medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, conforme a la normativa aplicable en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, asegurando que los impactos generados sean controlados y no comprometan la integridad de los ecosistemas presentes. La justificación técnica en términos abióticos se presenta en el apartado I.4 más adelante.

Si bien la naturaleza del proyecto completo incluye la modificación de la cobertura forestal para **la construcción, operación** y **eventual abandono** o **posible continuación de las actividades** de la tienda antes mencionada, el presente estudio corresponde **únicamente** a la etapa de **preparación del sitio,** que incluye al **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** como actividad rectora de los impactos ambientales; actividad que debe ser evaluada por la nación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Por lo tanto, el resto de las actividades de las distintas etapas son mencionadas solo como parte integral del proyecto, sin embargo, su análisis específico y posterior evaluación formarán parte de un proceso ajeno, sometido ante la autoridad correspondiente.

II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO

ALTERNATIVAS TÉCNICAS

Debido a las condiciones físicas, biológicas y de ubicación generales, la aptitud del terreno para el establecimiento de la tienda se justifica por lo siguiente:

- **Condiciones fisiográficas**: El predio presenta topografía no accidentada, con pendientes uniformes entre 0 y 8 % en toda el área. Esta condición facilita la construcción de la nave principal de la tienda y estacionamientos, sin generar movimientos de tierra significativos, disminuye riesgos de erosión o inestabilidad y permite trazar pendientes operativas para conducir los escurrimientos hacia las obras pluviales proyectadas. Además, la morfología suave favorece la maniobrabilidad de la maquinaria y reduce impactos asociados a cortes y rellenos extensivos.

Alternativa técnica: en términos de pendiente, no existe mejor condición para la construcción de una tienda de autoservicio. Una topografía plana, como la del predio, resulta óptima.

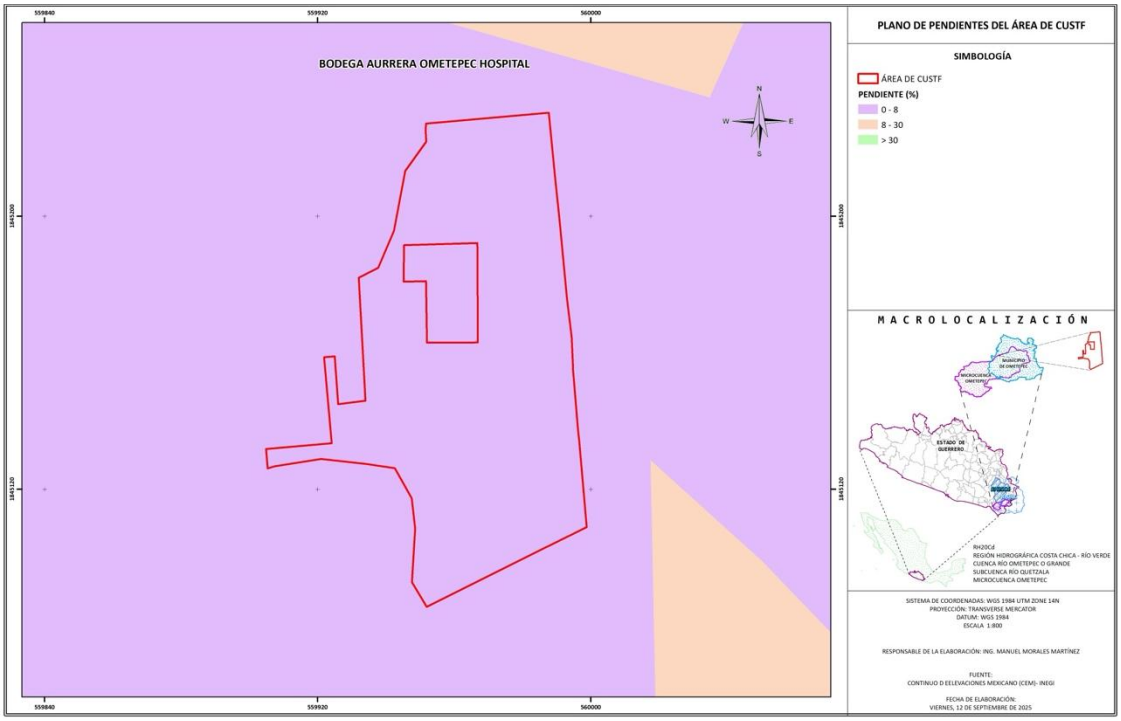


Figura II.1. Pendiente en el predio

- **Condiciones geológicas**: El subsuelo del predio corresponde principalmente a formaciones de caliche, material de origen calcáreo que presenta buena capacidad portante y estabilidad estructural, lo que resulta favorable para la construcción al reducir la necesidad de cimentaciones profundas y facilitar los trabajos de nivelación. Durante la preparación del sitio se realizará la retirada y manejo controlado del material fragmentado, además de medidas para mitigar emisiones de polvo en corte y compactación.

Alternativa técnica: en términos de geología, no existe mejor condición para la construcción de una tienda de autoservicio. Un subsuelo con buena estabilidad estructural, como el del predio, resulta óptimo.

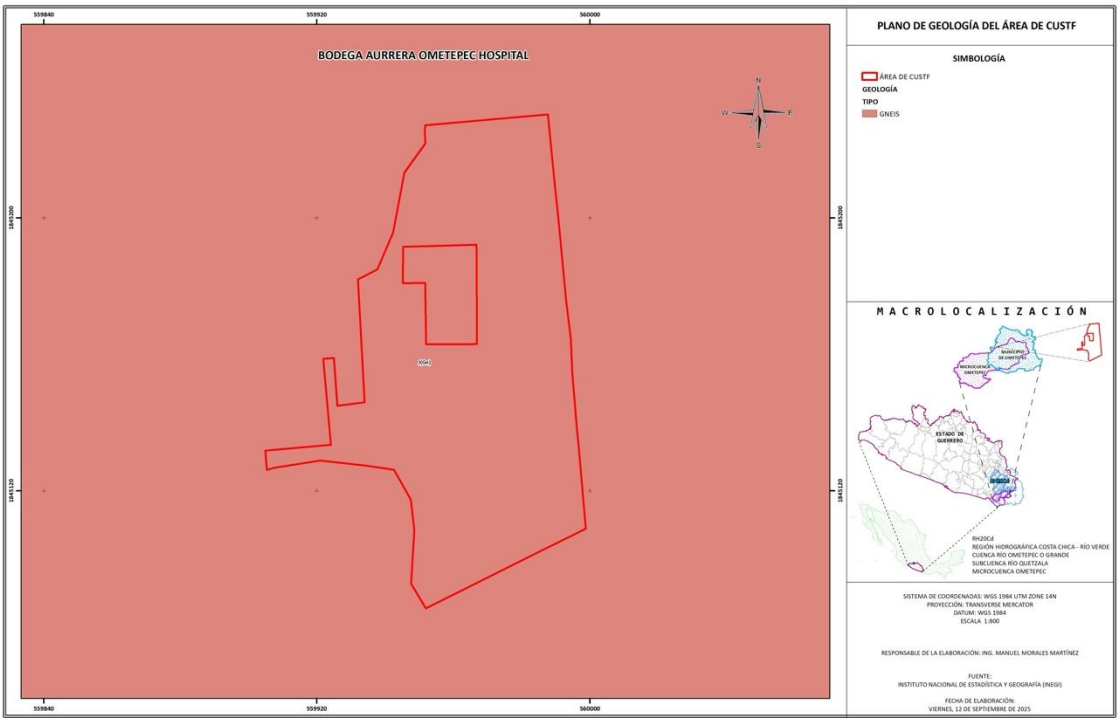


Figura II.2. Geología en el predio

- **Tipo de vegetación**: El predio se encuentra cubierto por Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC), la cual corresponde a comunidades vegetales resultantes de procesos de aprovechamiento y disturbio previos, con dominancia de especies arbóreas de porte medio que pierden su follaje en la época seca. Este tipo de vegetación se caracteriza por su ciclo fenológico estacional, alta resiliencia y capacidad de regeneración natural. En el sitio se identifican muy pocos elementos de vegetación primaria y únicamente 2 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que el impacto derivado del cambio de uso de suelo será de baja significancia ecológica, limitándose principalmente a la remoción de individuos comunes y de amplia distribución regional.

Alternativa técnica: en términos de vegetación, lo óptimo sería utilizar un terreno con uso no forestal, sin embargo, dentro de los tipos de vegetación forestales, la VSA/SBC es, en general, uno de los tipos de selva con menor biodiversidad y, específicamente la vegetación secundaria, tiene un nivel de perturbación alto que reduce aún más la biodiversidad. Pues, aunque la alternativa técnica óptima sea la de un terreno no forestal, económica, logística y socialmente hablando, resulta inoperante utilizar un terreno diferente, ya que requeriría desplazar una actividad humana como agricultura o ganadería, vivienda, comercio u otra, para establecer el proyecto. Si bien el predio seleccionado contiene vegetación a afectarse, no tiene ningún otro uso que pueda afectar el estilo de vida de los pobladores y/o propietarios; además, el impacto ambiental a generarse por el proyecto será compensado y mitigado gracias a las medidas ambientales (*ver CAP. X*).

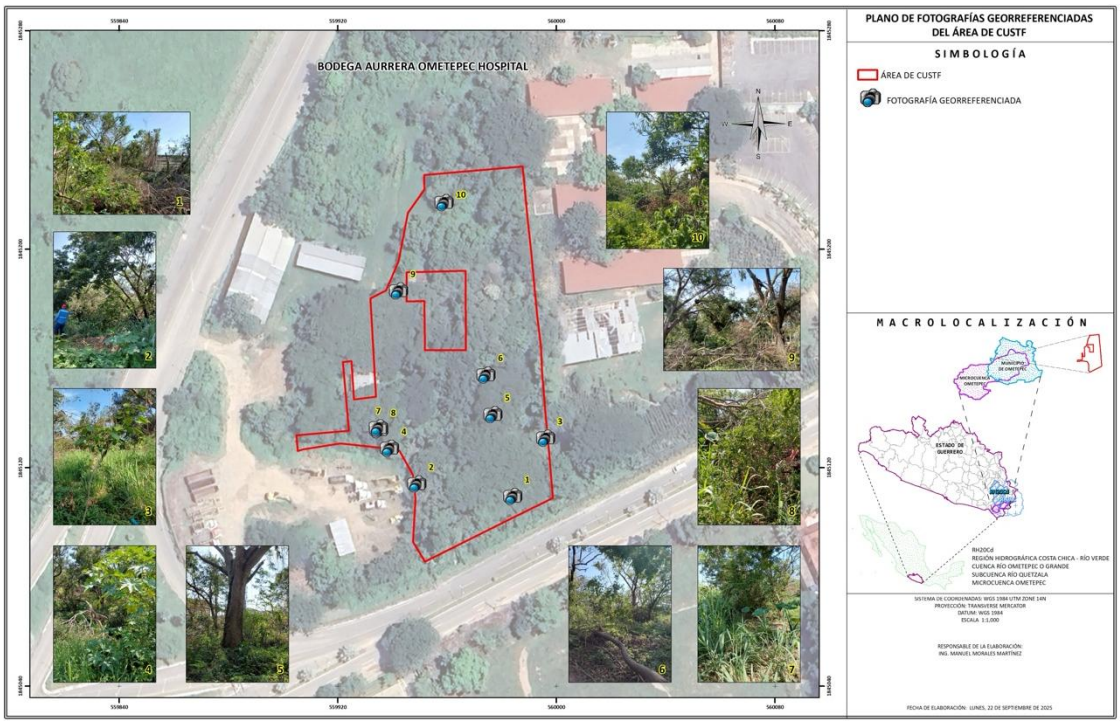


Figura II.3. Condiciones de la vegetación en el predio

- **Disponibilidad y calidad del recurso suelo**: De acuerdo con la cartografía edafológica del INEGI, en el predio predominan suelos del tipo Regosol y en menor proporción Cambisol. Los Regosoles se caracterizan por su escaso desarrollo de horizontes, textura variable y baja fertilidad natural; son suelos frágiles y susceptibles a erosión, aunque pueden aprovecharse para actividades de construcción por su facilidad de excavación y compactación. Los Cambisoles, en cambio, presentan un incipiente desarrollo de horizontes y mayor estabilidad estructural, con moderada capacidad de retención de humedad. En conjunto, los suelos del área se consideran de baja a moderada aptitud agrícola, pero aptos para uso urbano e infraestructura, siempre que se apliquen medidas de control de erosión y manejo adecuado de los materiales producto del despalme y nivelación del terreno (FAO, 1998[1]).

Alternativa técnica: en términos edafológicos, el regosol es uno de los tipos de suelo más comunes en México, además de que sus características físicas permiten un óptimo desarrollo técnico y ligeros compromisos productivos para otro uso, resulta en un tipo de suelo óptimo.

[1] FAO. (1998). World Reference Base for Soil Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

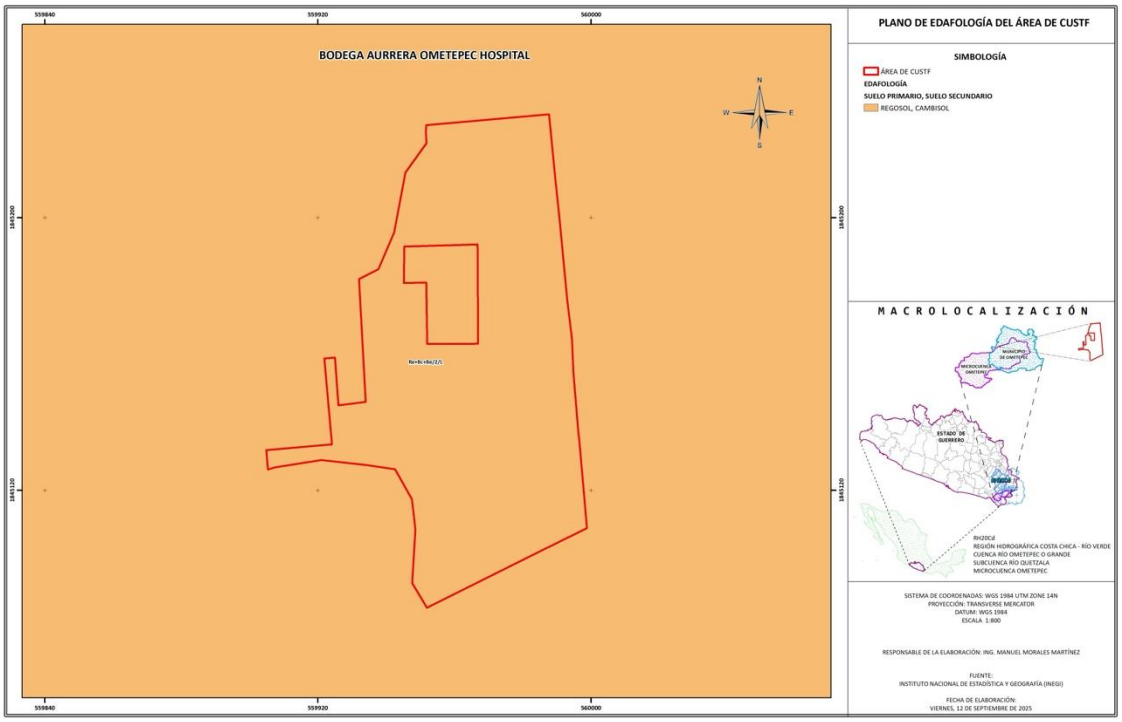


Figura II.4. Edafología en el predio

- **Disponibilidad y calidad del recurso agua**: dentro del área del predio se tiene la presencia de una corriente de agua intermitente; sin embargo, durante las visitas de campo realizadas durante el 2025, en ningún momento se observó la generación de esta corriente de agua, incluso durante la época de lluvias. De acuerdo con la cartografía, esta corriente intermitente se forma en los alrededores del predio, por lo que es posible que a través de los años la dinámica urbana haya modificado el curso del agua y, por lo tanto, la presencia de esta corriente. Sin embargo, los impactos al recurso agua serán minimizados gracias a las medidas ambientales mediante obras para el manejo de agua y manejo óptimo de residuos sólidos y líquidos que pudieran interferir directamente con la calidad; para la disponibilidad y calidad del agua de lluvia (precipitación), dentro de este documento se considera la realización de obras de conservación (*ver Capítulo X para más detalles*).

Alternativa técnica: al no haber realmente un impacto en las corrientes de agua existentes, se considera óptimo al predio.

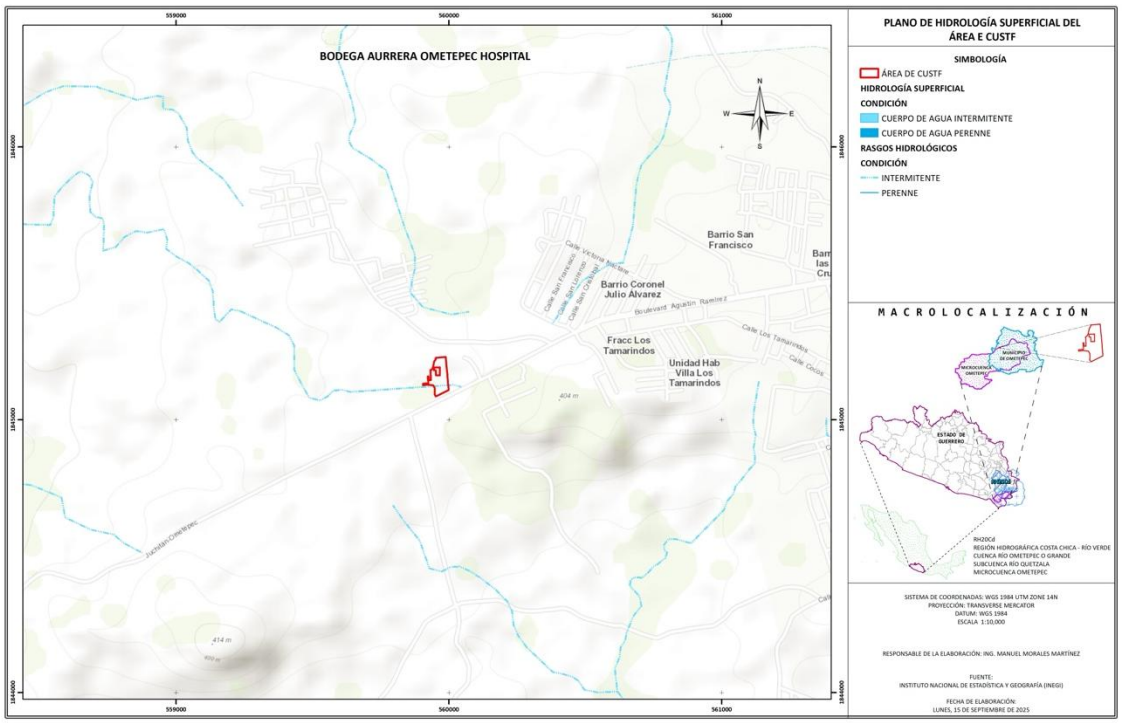


Figura II.5. Hidrología superficial en el predio

- **RESUMEN DE FACTIBILIDAD**

El predio destinado al proyecto presenta pendientes suaves (0–8 %) y geología de caliche, condiciones que favorecen la preparación de la plataforma y la cimentación con movimientos de tierra moderados. La vegetación corresponde a Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, con presencia de solo 2 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que implica un impacto ecológico bajo. Los suelos identificados como Regosol y Cambisol son de baja a moderada aptitud agrícola, pero adecuados para el uso urbano propuesto, siempre que se manejen adecuadamente los materiales de despalme. La ubicación sobre un boulevard principal a la salida de Ometepec, con conexión a carreteras de mayor jerarquía, garantiza la accesibilidad logística y la integración al sistema de transporte regional. Asimismo, el proyecto resulta económicamente rentable, con beneficios sociales vinculados a la generación de empleos y acceso a bienes de consumo, y su inserción en un paisaje urbano en expansión minimiza el impacto visual, previendo la incorporación de áreas verdes compensatorias. Estas condiciones en conjunto hacen factible el desarrollo del proyecto en términos técnicos, ambientales, económicos y sociales.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El proyecto se localiza en el municipio de Ometepec, perteneciente al estado mexicano de Guerrero.

A continuación, se presentan los planos de ubicación del predio en el contexto regional y específico del sitio. Se muestra su ubicación en el contexto estatal y local, además de su ubicación dentro de las áreas hidrológico-forestales.

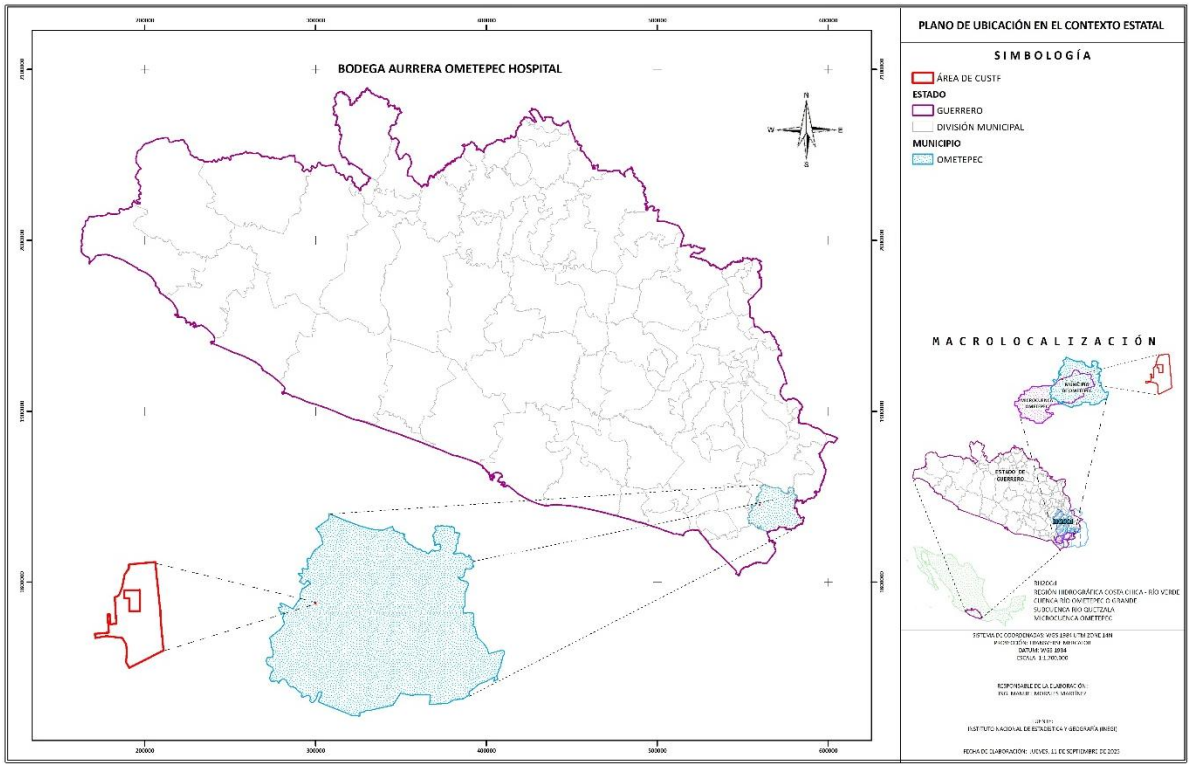


Figura II.6. Ubicación del proyecto en el contexto estatal

Específicamente, el predio se ubica en el desarrollo urbano de Ometepec, sobre el Blvd. Agustín Ramírez, en dirección poniente de las afueras de la ciudad.

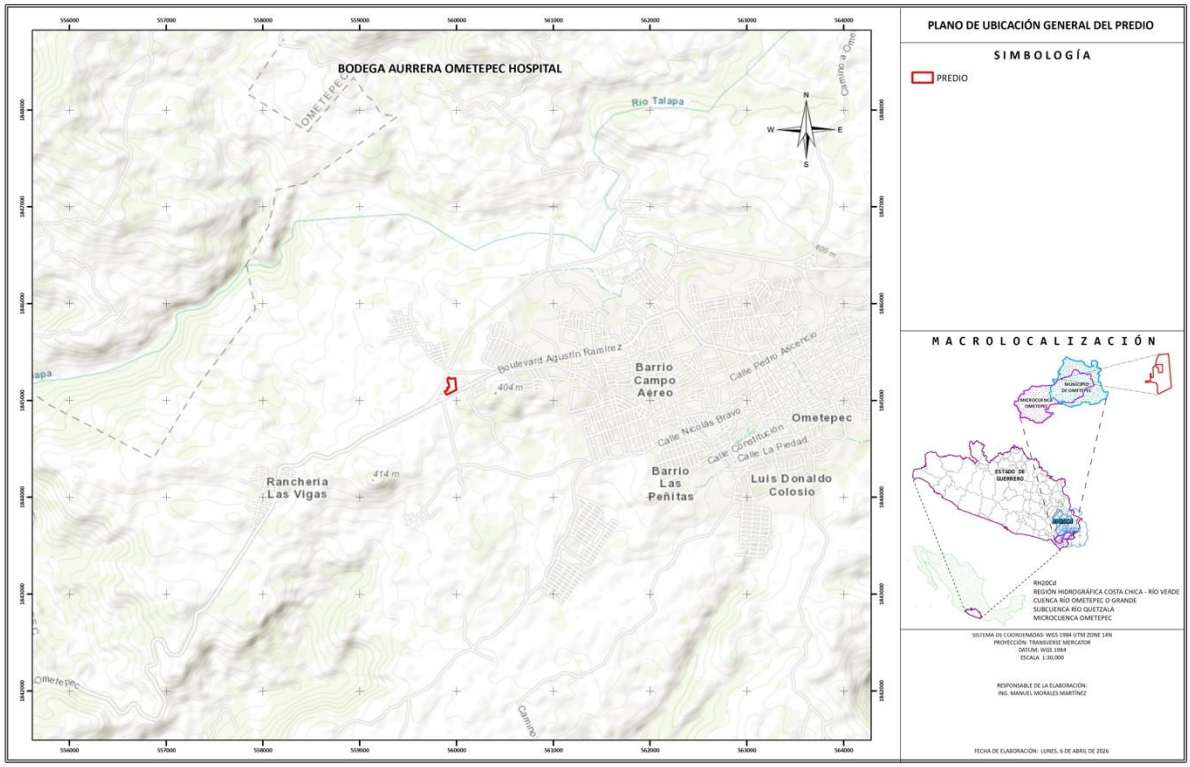


Figura II.7. Ubicación general del proyecto

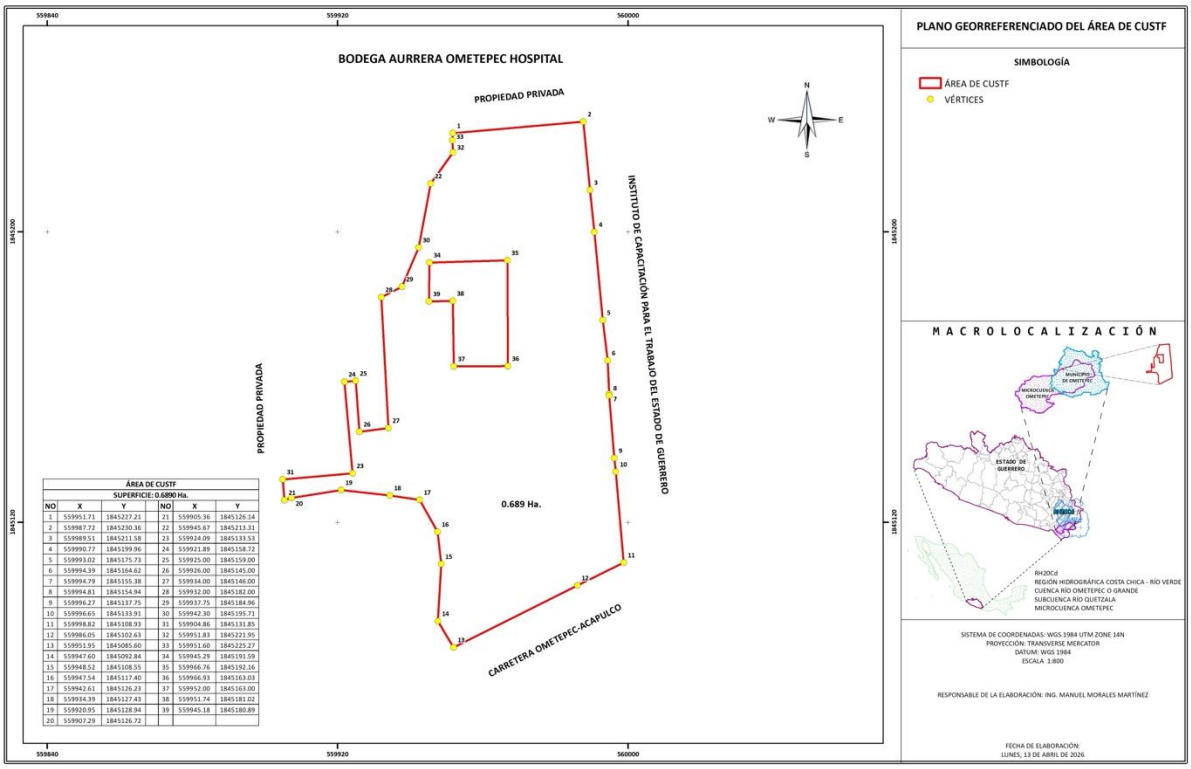


Figura II.8. Plano georreferenciado de la totalidad del proyecto

Cuadro II.1. Ubicación en coordenadas UTM de la totalidad del predio

PROPIETARIO	PREDIO	SUPERFICIE (ha)	NO	X	Y	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL (ha)
EL GANSO ABARROTERO, S. DE R.L. DE C.V.	1	1.2501	1	559951.71	1845227.21	Vsa/SBC	0.6890
			2	559987.72	1845230.36		
			3	559989.51	1845211.58		
			4	559990.77	1845199.96		
			5	559993.02	1845175.73		
			6	559994.39	1845164.62		
			7	559994.79	1845155.38		
			8	559994.81	1845154.94		
			9	559996.27	1845137.75		
			10	559996.65	1845133.91		
			11	559998.82	1845108.93		
			12	559986.05	1845102.63		
			13	559951.95	1845085.6		
			14	559947.6	1845092.84		
			15	559948.52	1845108.55		
			16	559947.54	1845117.4		
			17	559942.61	1845126.23		
			18	559934.39	1845127.43		
			19	559920.95	1845128.94		
			20	559907.29	1845126.72		
			21	559905.36	1845126.14		
			22	559945.67	1845213.31		
			23	559924.09	1845133.53		
			24	559921.89	1845158.72		
			25	559925	1845159		
			26	559926	1845145		

PROPIETARIO	PREDIO	SUPERFICIE (ha)	NO	X	Y	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE FORESTAL (ha)
			27	559934	1845146		
			28	559932	1845182		
			29	559937.75	1845184.96		
			30	559942.3	1845195.71		
			31	559904.86	1845131.85		
			32	559951.83	1845221.95		
			33	559951.6	1845225.27		
			34	559945.29	1845191.59		
			35	559966.76	1845192.16		
			36	559966.93	1845163.03		
			37	559952	1845163		
			38	559951.74	1845181.02		
			39	559945.18	1845180.89		

II.1.4.INVERSIÓN REQUERIDA

INVERSIÓN TOTAL

La operación de la tienda impulsará la economía local al incentivar la compra de productos y servicios de proveedores regionales, incluyendo la adquisición de productos frescos y artesanales, lo cual beneficiará a agricultores y productores locales. Generará derrama económica e incrementará las alternativas de adquisición de productos básicos, su desarrollo se basa en un modelo sostenible que impulsa el crecimiento económico sin depredar el ambiente y buscando el bienestar de los habitantes de la comunidad.

Para la construcción de la tienda se tiene una inversión **$86'087,011.19** de pesos (MN).

RETORNO DE LA INVERSIÓN

De acuerdo con información financiera proporcionada por la promovente, se estima un periodo de retorno de la inversión de **12 años**.

COSTOS DE MEDIDAS AMBIENTALES

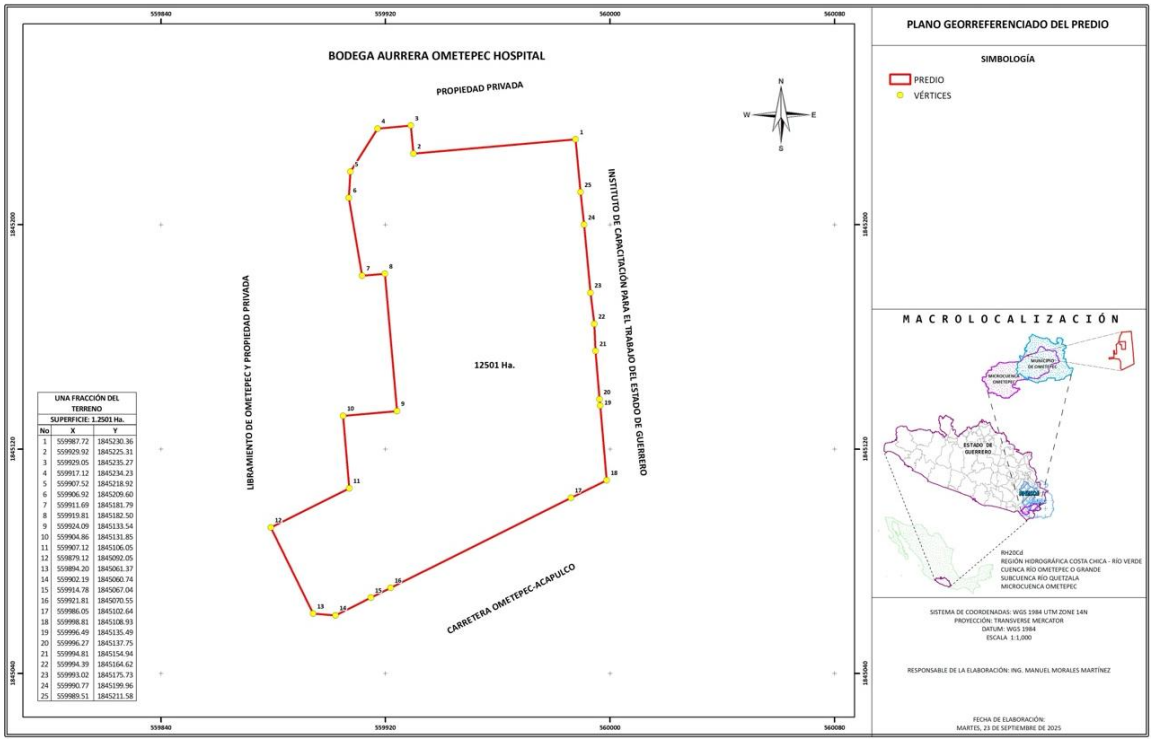
A continuación se presenta un resumen de los costos considerados para la ejecución de los programas ambientales considerados para este proyecto. Los detalles y específicos de cada programa se presentan en su capítulo y anexo correspondiente.

Cuadro II.2. Costos de los programas ambientales del proyecto

Actividad	Costo total (MXN)
Programa de plantación y obras de conservación	193,396.02
Programa de rescate del M.O.	310,300.00
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	1,394,690.00
Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	322,900.00
Programa de restauracion del sitio	185,000.00
TOTAL	**2,406,286.02**

II.1.5.DIMENSIONES DEL PROYECTO

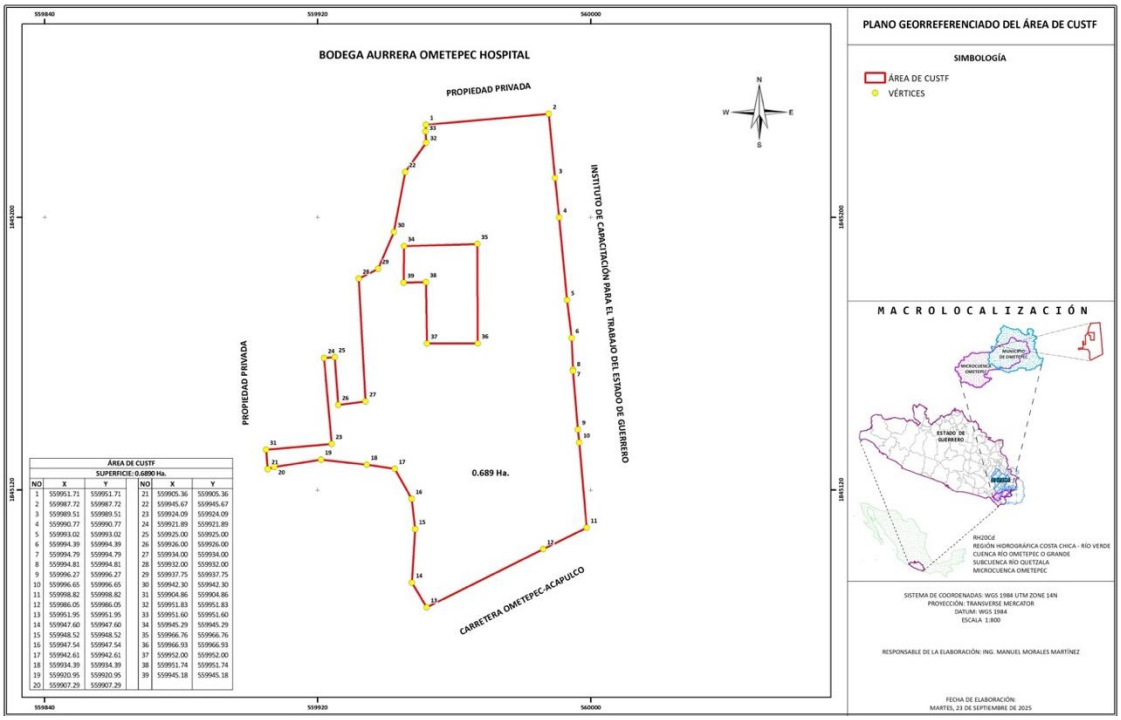
El predio cuenta con una superficie total arrendada de 1.2501 ha. Dentro de esta área se identificó un polígono con cobertura de vegetación forestal del tipo Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC): el polígono abarca 0.6890 ha.



UNA FRACCIÓN DEL TERRENO
SUPERFICIE: 1.2501 Ha.

No	X	Y
1	559987.72	1845230.36
2	559929.92	1845225.31
3	559929.05	1845235.27
4	559917.12	1845234.23
5	559907.52	1845218.92
6	559906.92	1845209.60
7	559911.69	1845181.79
8	559919.81	1845182.50
9	559924.09	1845133.54
10	559904.86	1845131.85
11	559907.12	1845106.05
12	559879.12	1845092.05
13	559894.20	1845061.37
14	559902.19	1845060.74
15	559914.78	1845067.04
16	559921.81	1845070.55
17	559986.05	1845102.64
18	559998.81	1845108.93
19	559996.49	1845135.49
20	559996.27	1845137.75
21	559994.81	1845154.94
22	559994.39	1845164.62
23	559993.02	1845175.73
24	559990.77	1845199.96
25	559989.51	1845211.58

Figura II.9. Plano georreferenciado del predio



ÁREA DE CUSTF
SUPERFICIE: 0.6890 Ha.

NO	X	Y	NO	X	Y
1	559951.71	559951.71	21	559905.36	559905.36
2	559987.72	559987.72	22	559945.67	559945.67
3	559989.51	559989.51	23	559924.09	559924.09
4	559990.77	559990.77	24	559921.89	559921.89
5	559993.02	559993.02	25	559925.00	559925.00
6	559994.39	559994.39	26	559926.00	559926.00
7	559994.79	559994.79	27	559934.00	559934.00
8	559994.81	559994.81	28	559932.00	559932.00
9	559996.27	559996.27	29	559937.75	559937.75
10	559996.65	559996.65	30	559942.30	559942.30
11	559998.82	559998.82	31	559904.86	559904.86
12	559986.05	559986.05	32	559951.83	559951.83
13	559951.95	559951.95	33	559951.60	559951.60
14	559947.60	559947.60	34	559945.29	559945.29
15	559948.52	559948.52	35	559966.76	559966.76
16	559947.54	559947.54	36	559966.93	559966.93
17	559942.61	559942.61	37	559952.00	559952.00
18	559934.39	559934.39	38	559951.74	559951.74
19	559920.95	559920.95	39	559945.18	559945.18
20	559907.29	559907.29			

Figura II.10. Plano georreferenciado del área de CUSTF

DESCRIPCIÓN DEL NUEVO USO

Se pretende la construcción de una tienda de autoservicio denominada “Bodega Aurrera Ometepec Hospital”, en donde se venderán diversos artículos de uso cotidiano, alimentos perecederos y no perecederos, electrónicos y demás productos de interés común para el público de la región. Dentro del área del proyecto se tienen identificadas varias zonas que en conjunto proporcionarán una experiencia integral durante el proceso de compra y desarrollo de actividades. La clasificación del nuevo uso de suelo en la superficie del proyecto se presenta en el Cuadro II.4.

Cuadro II.3. Clasificación del nuevo uso

COMPONENTE	SUPERFICIE (ha)	%
SUPERFICIE ARRENDADA	1.2501	100%
SUPERFICIE DE CUSTF (VSA/SBC)	**0.6890**	**55%**
DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	0.5611	45%
ÁREA DE CUSTF	**COMPONENTES DEL NUEVO USO**	**SUPERFICIE**
TOTALIDAD	ANDÉN (CONCRETO)	130.98
	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (BODEGA AURRERA, CANOPIES Y SERVICIOS)	2727.88
	ÁREA PERMEABLE (ÁREAS VERDES Y TALUDES)	1372.97
	BANQUETAS Y RAMPAS (CONCRETO 10 CM)	888.16
	ESTACIONAMIENTO (ASFALTO)	1441.17
	RODAMIENTO DE TRÁILER (ASFALTO)	328.84
SUPERFICIE TOTAL		**0.6890**

Cuadro II.4. Denominación del predio, superficie y documentación legal requerida para el área de cambio de uso de suelo y su uso propuesto

Polígono CUSTF	Nombre del propietario	Denominación del predio	Superficie total de la propiedad arrendada (ha)	Superficie de CUSTF (ha)	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Municipio	Tipos de vegetación	Afectación permanente		Sellamiento de suelo
									Componente	Superficie (m^2)	Superficie (m^2)
1	EL GANSO ABARROTERO, S. DE R.L. DE C.V.	Fracción 1 de la Finca Rústica denominada Ojo de Agua	1.2518	0.6890	Propiedad privada	Contrato de Arrendamiento con Escritura Pública (N°. 28,753; DET. 6528.)	Ometepec, Guerrero	VSA/SBC	Andén (concreto)	130.98	130.98
									Área de construcción (bodega aurrera, canopies y servicios)	2727.88	2727.88
									Área permeable (áreas verdes y taludes)	1372.97	0
									Banquetas y rampas (concreto 10 cm)	888.16	888.16
									Estacionamiento (asfalto)	1441.17	1441.17
									Rodamiento de tráiler (asfalto)	328.84	328.84
									SUBTOTAL	**6890**	**5517.03**
TOTAL										**13780**	**11034.06**

Representado gráficamente en la siguiente figura:

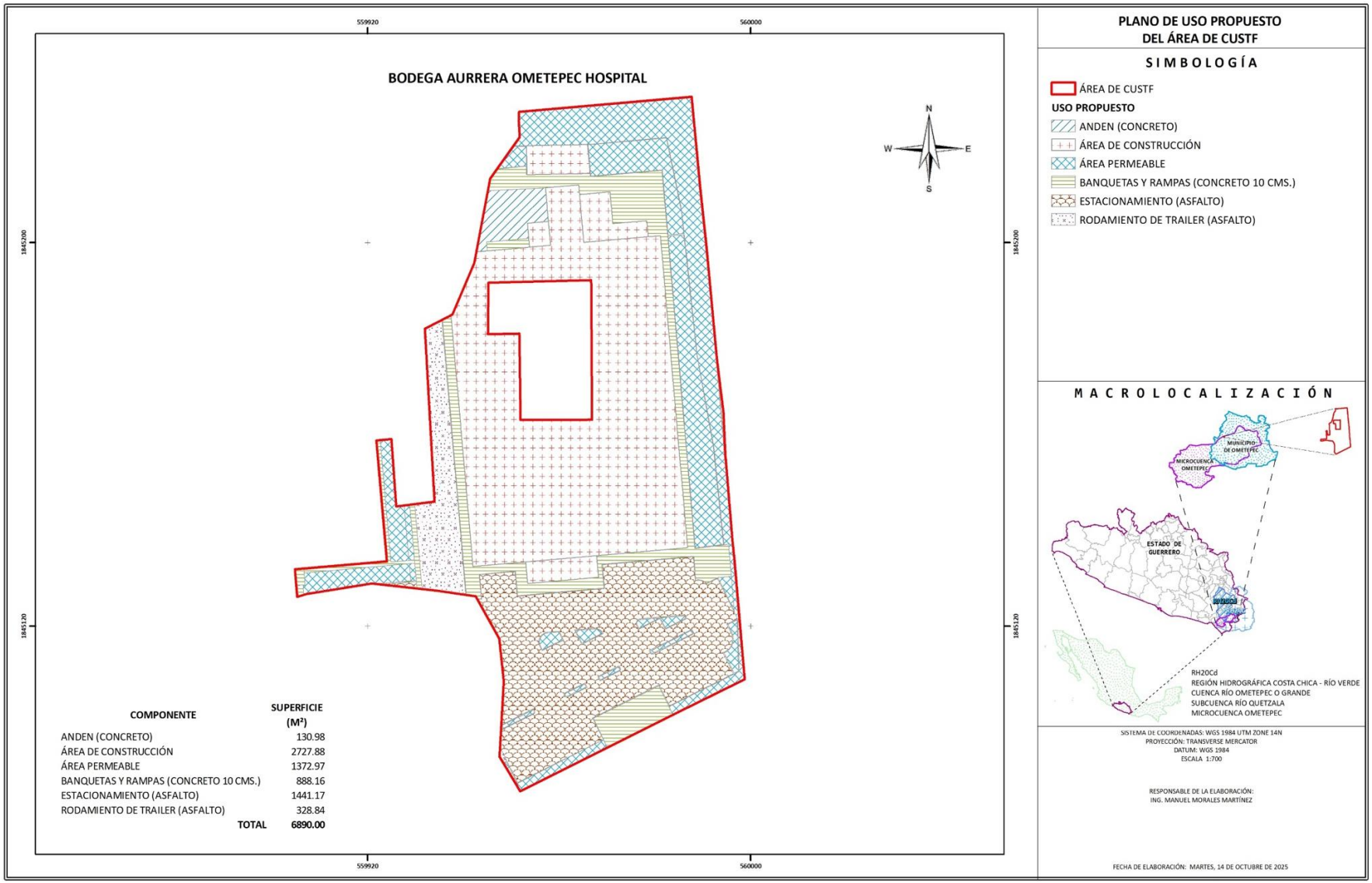


Figura II.11. Clasificación por componente para la totalidad del proyecto

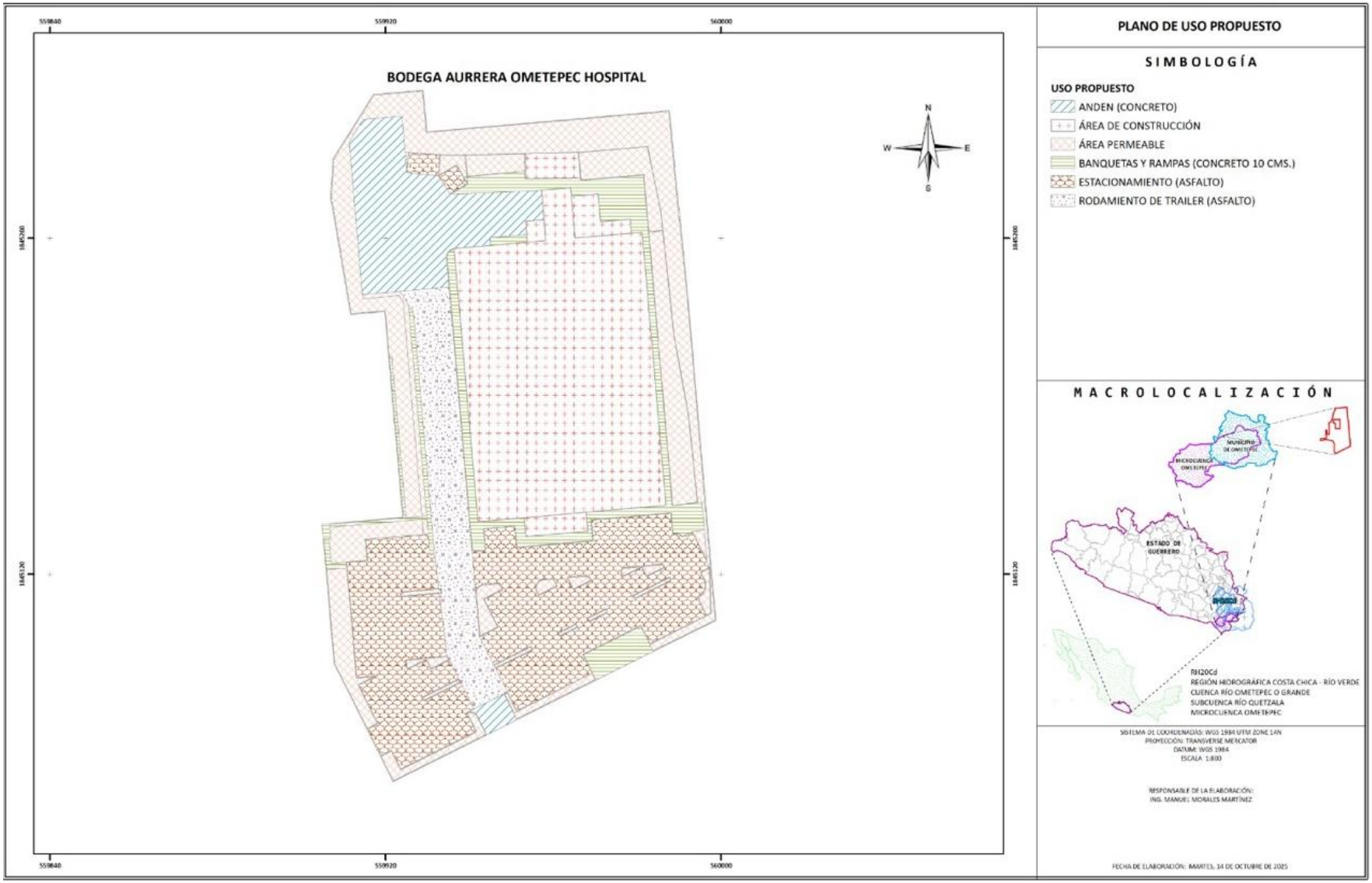


Figura II.12. Clasificación por componente para la totalidad del predio



Imagen II.1. Ejemplo del proyecto "Bodega Aurrera Ometepec Hospital"

II.1.6. USO ACTUAL DEL SUELO

El polígono del proyecto fue dictaminado con vegetación forestal del tipo Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC). Es en este tipo de ecosistema que se requerirá realizar el CUSTF. Como se mencionó en el apartado anterior, la superficie forestal es de **0.6890 ha**, el resto del total arrendado (0.5611 ha) corresponde a una superficie ***desprovista de vegetación o sin vegetación forestal***, por lo tanto, fue segregada al no ser considerado como terreno forestal.

Nota: ver Capítulo II para desglose de la delimitación del área de CUSTF.

Cuadro II.5. Clasificación de los usos de suelo actuales en las áreas del proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN	COMPONENTE	SUPERFICIE (ha)	%
Varios	**SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO**	**1.2501**	**100%**
VSA/SBC	**SUPERFICIE DE CUSTF SOLICITADA (VSA/SBC)**	**0.6890**	**55%**
NA	**SUPERFICIE NO FORESTAL**	**0.5611**	**45%**
TOTAL		**1.2501**	**100%**

La vida útil total del proyecto es de 50 años; la etapa de ejecución del cambio de uso del suelo es de **16 meses**.

En la Figura II.13 se muestran las zonas forestales del predio donde se pretende realizar el CUSTF.

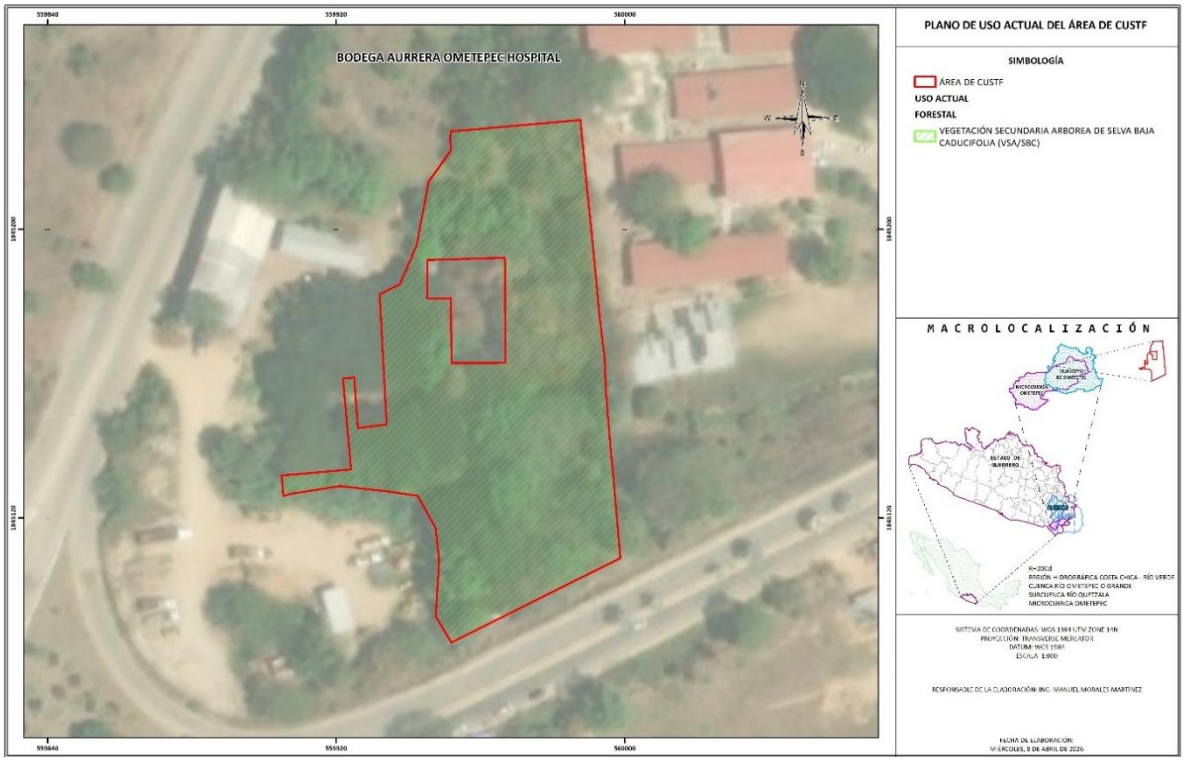


Figura II.13. Usos de suelo actuales del polígono de CUSTF

Se presenta un apartado fotográfico de las condiciones actuales del uso del suelo en el polígono del proyecto.

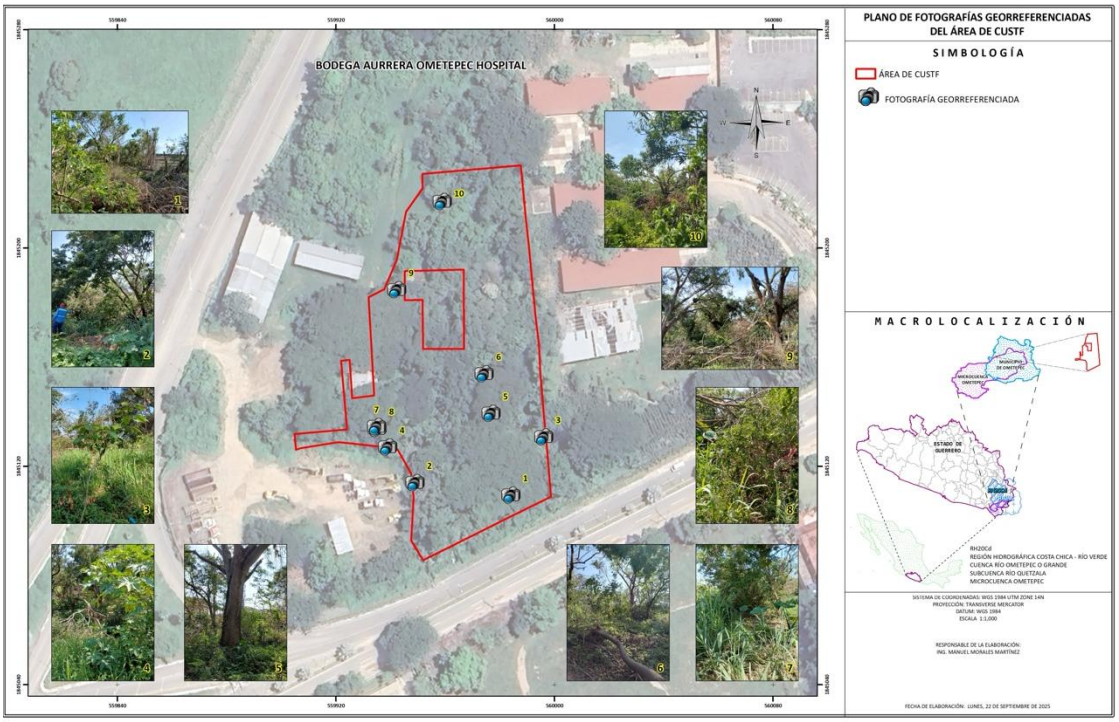


Imagen II.2. Condición actual en las áreas de CUSTF

USO POTENCIAL

De acuerdo a la cartografía de INEGI, el uso actual oficial del área del proyecto es de **Pastizal cultivado** y **Urbano construido**. Estos dos usos muestran el uso potencial más común para la zona; usos de suelo adecuados en general para las condiciones del área, pues se trata de un polígono ubicado en las afueras de una mancha urbana en crecimiento (urbano construido) pero que se diluye en un área con usos agrícolas y pecuarios (pastizales cultivados).

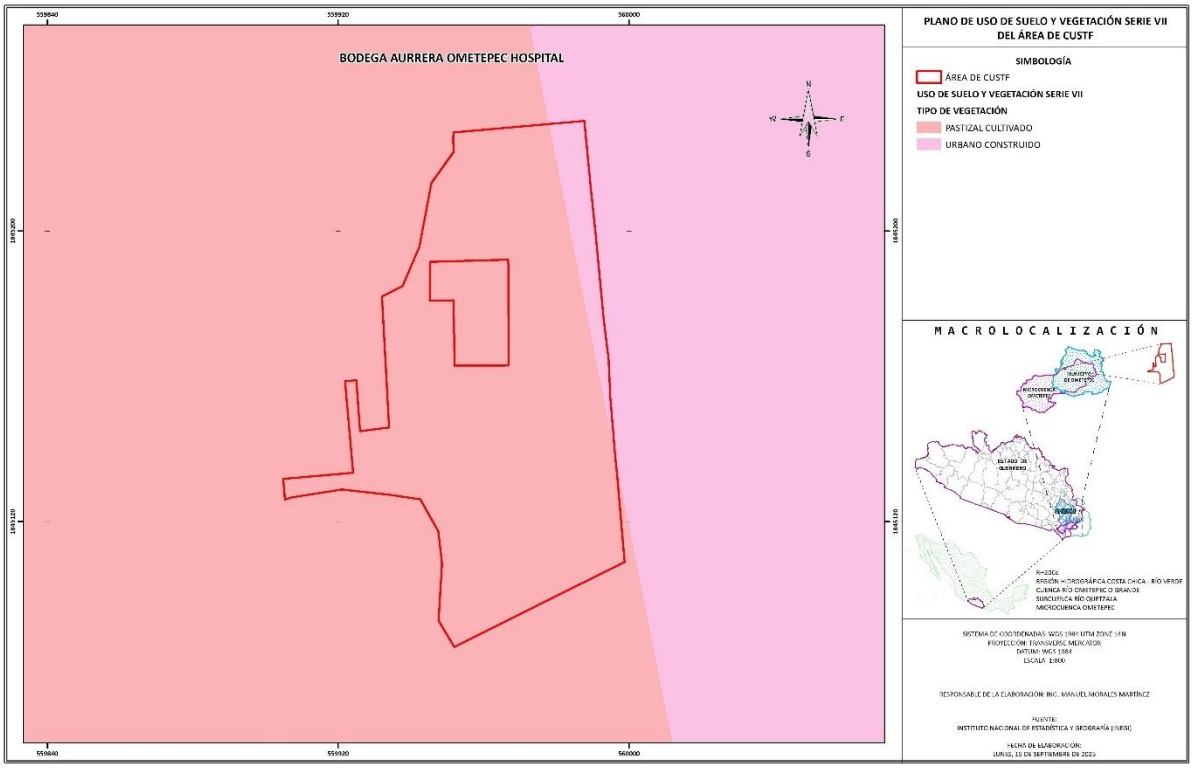


Figura II.14. Mapa de ubicación del CUSTF en la carta de tipos de vegetación serie VII de INEGI

Sin embargo, como se presenta en apartados más adelante, el uso real actual es diferente al mostrado en la cartografía del Instituto. El uso real actual es el de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC).

CONDICIONES ESPECIALES

Áreas de importancia ambiental: El proyecto no se incluye dentro de alguna Área Natural Protegida, de carácter nacional o de carácter estatal.

- No se encuentre dentro de una Región Terrestres Prioritaria.
- Sí se encuentra dentro de una Región Hidrológica Prioritaria: RHP Cuenca Alta del Río Ometepec; sin embargo, al contar únicamente con una corriente de agua intermitente, los impactos al recurso agua serán mínimos; independientemente de la dimensión de los impactos, el proyecto considerará obras para el manejo de agua y manejo óptimo de residuos sólidos y líquidos que pudieran interferir directamente con la calidad del agua; para la disponibilidad y calidad del agua de lluvia (precipitación), dentro de este documento se considera la realización de obras de conservación.

- No se encuentra dentro de alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves o sitios RAMSAR.

En breve conclusión, el área por donde cruza el proyecto no compromete directamente algún área ecológicamente importante, por lo tanto, no habrá afectación a la biodiversidad que en ellas se presenten *(**su representación gráfica se presenta en el Capítulo II de este documento***).

Adicionalmente, de manera específica, a través del análisis de la información obtenida de las visitas de campo, la diversidad de especies de flora y fauna observada dentro del predio no será puesta en riesgo, pues se confirma la representación de la biodiversidad en un sistema ambiental de mayor tamaño y jerarquía: la microcuenca hidrológica (MCH) (***ver Capítulo XII para un análisis comparativo de la biodiversidad entre área de CUSTF y MCH***).

Se presenta de manera gráfica la ubicación del proyecto con respecto a las ANPs, de carácter nacional como de carácter estatal. Se adicionan otras áreas de importancia ecológica: Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) y Sitios RAMSAR. Las capas temáticas para el análisis presentado se obtuvieron de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

a) Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El área del proyecto no se contiene en ninguna ANP, estatal o nacional. A nivel nacional, la más cercana es Playa Tierra Colorada a 37.19 Km; a nivel estatal, Los Olivos se ubica aproximadamente a 142.79 Km.

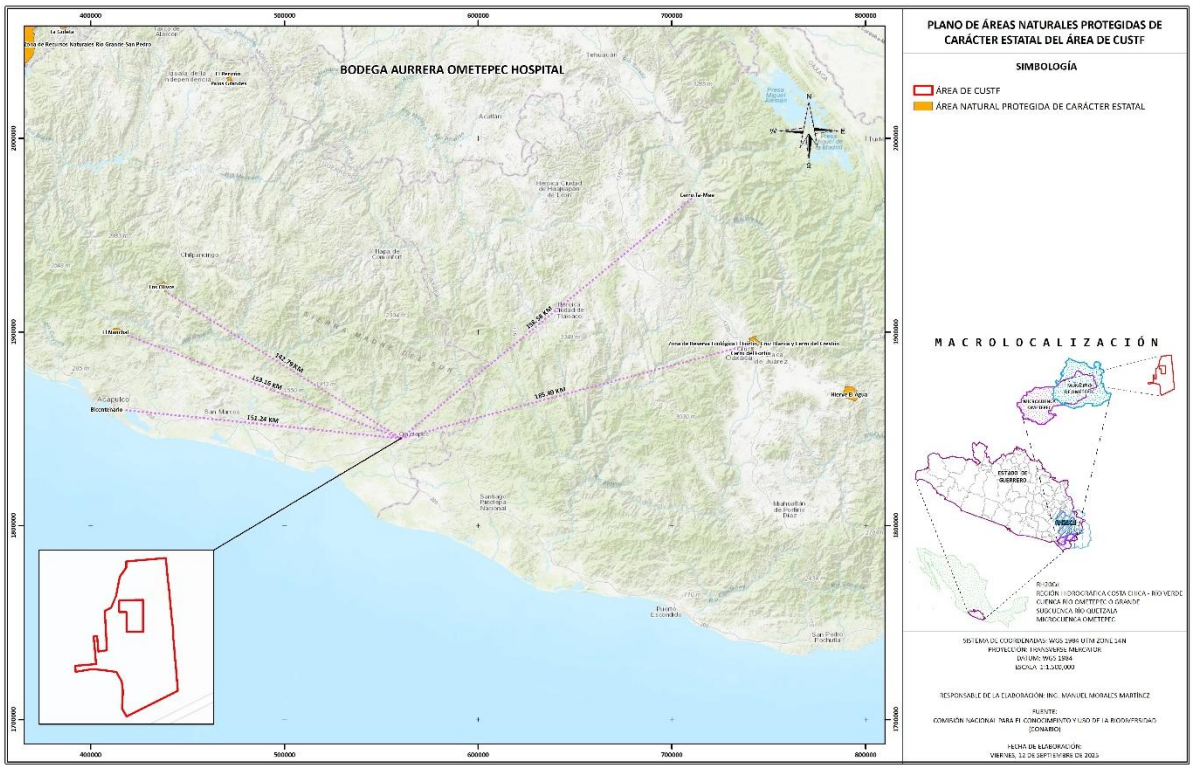


Figura II.15. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las ANPs Estatales

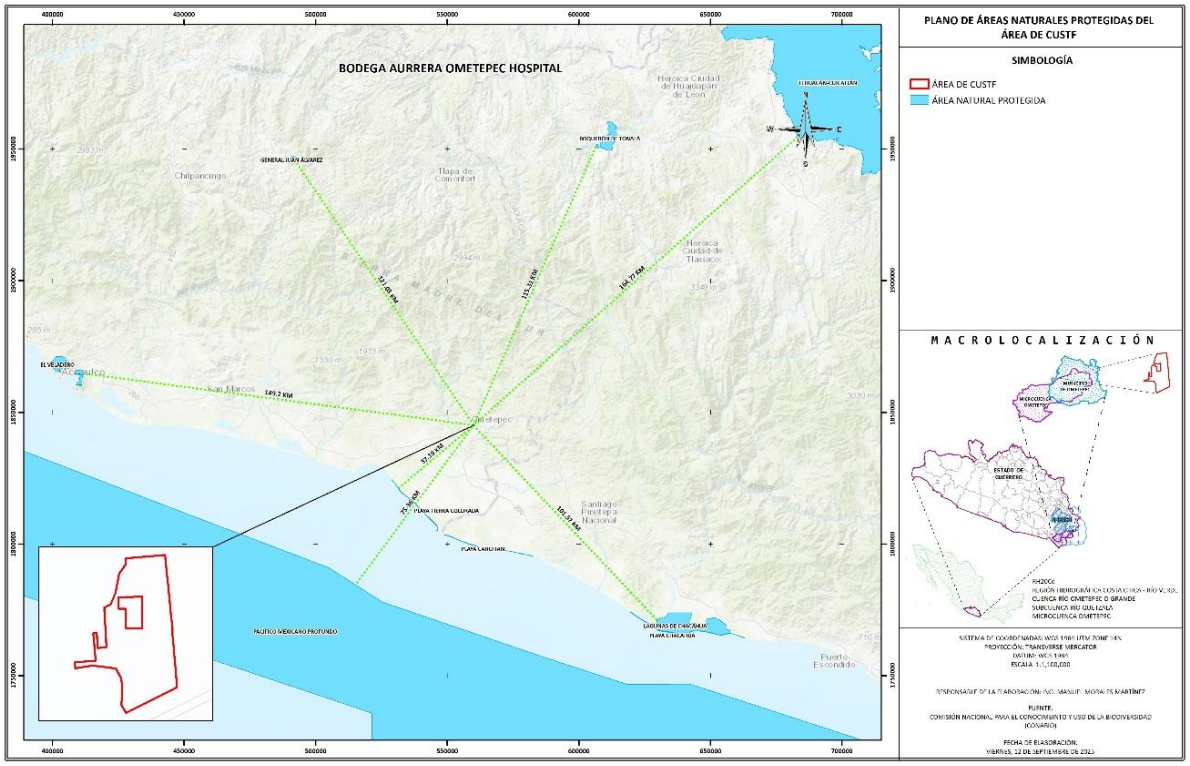


Figura II.16. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las ANPs nacionales

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El área del proyecto no se contiene en ninguna RTP. La más cercana es Sierras Triqui – Mixteca a 46.58 Km.

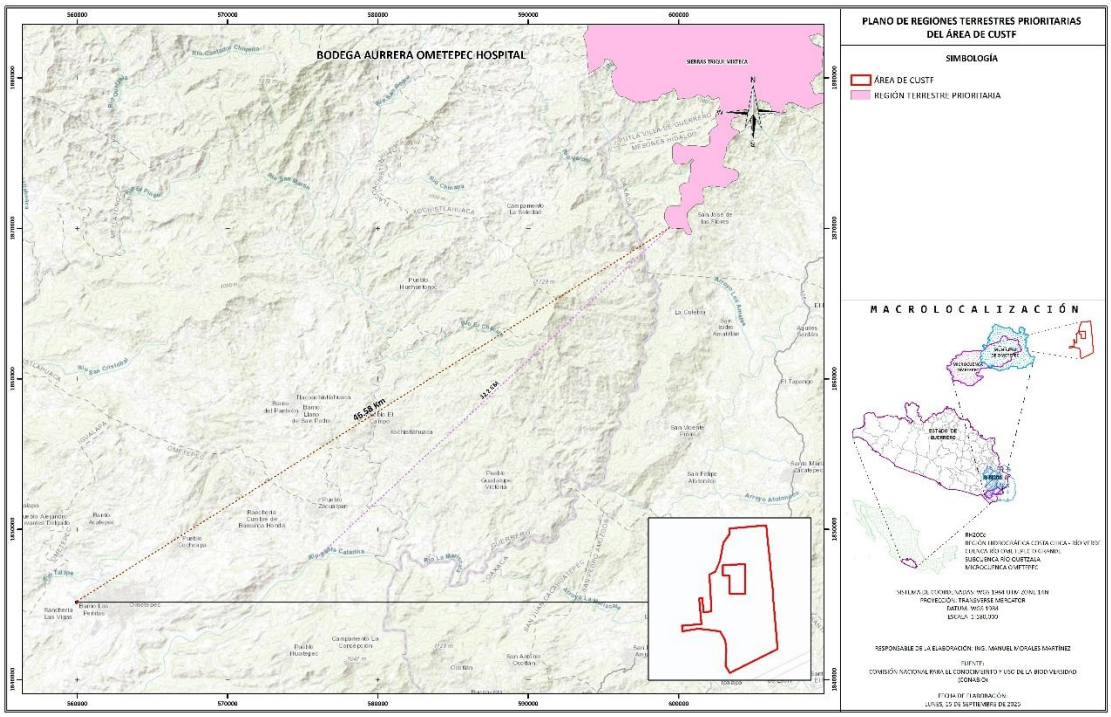


Figura II.17. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las RTP

b) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El área del proyecto se contiene en la RHP Cuenca Alta del Río Ometepec. Relacionado a este apartado, específicamente dentro del área del predio, al contar únicamente con una corriente de agua intermitente, los impactos al recurso agua serán mínimos; independientemente de la dimensión de los impactos, el proyecto considerará obras para el manejo de agua y manejo óptimo de residuos sólidos y líquidos que pudieran interferir directamente con la calidad del agua; para la disponibilidad y calidad del agua de lluvia (precipitación), dentro de este documento se considera la realización de obras de conservación (***ver Capítulo X para más detalles***).

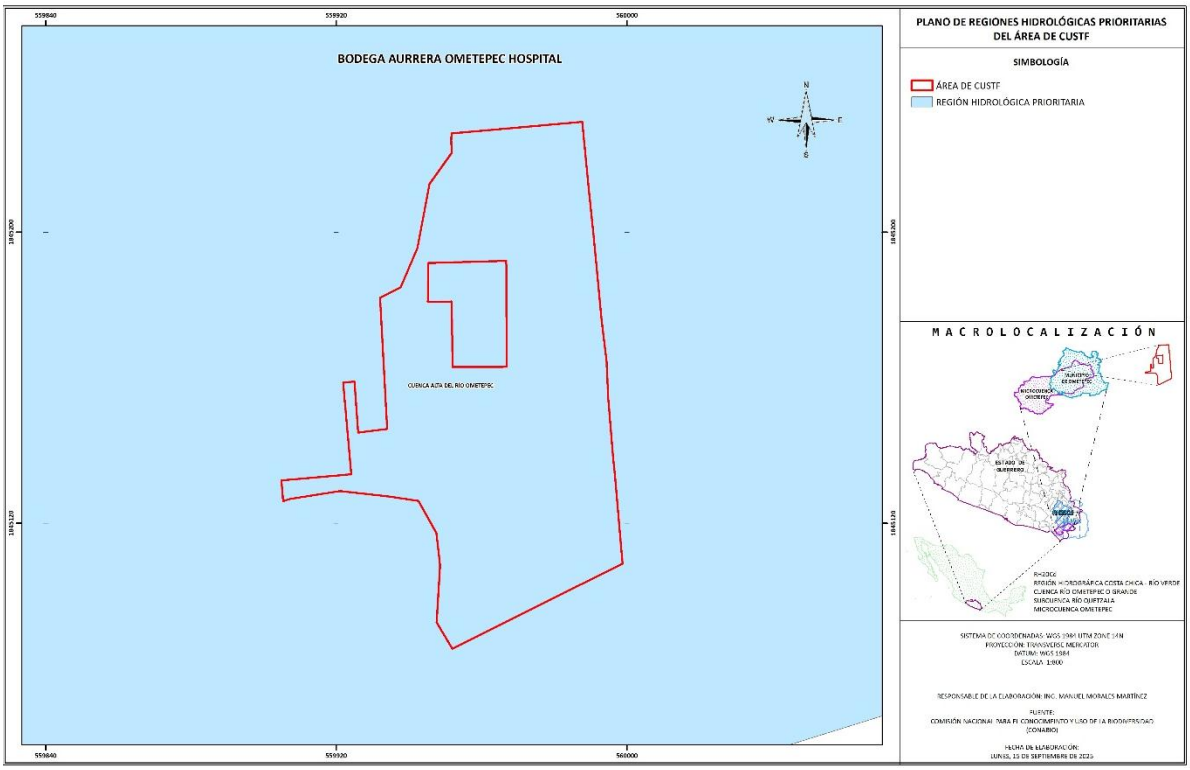


Figura II.18. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las RHP

c) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

El área del proyecto no se contiene en ninguna AICA. La más cercana es Lagunas Costeras de Guerrero a 65.73 Km.

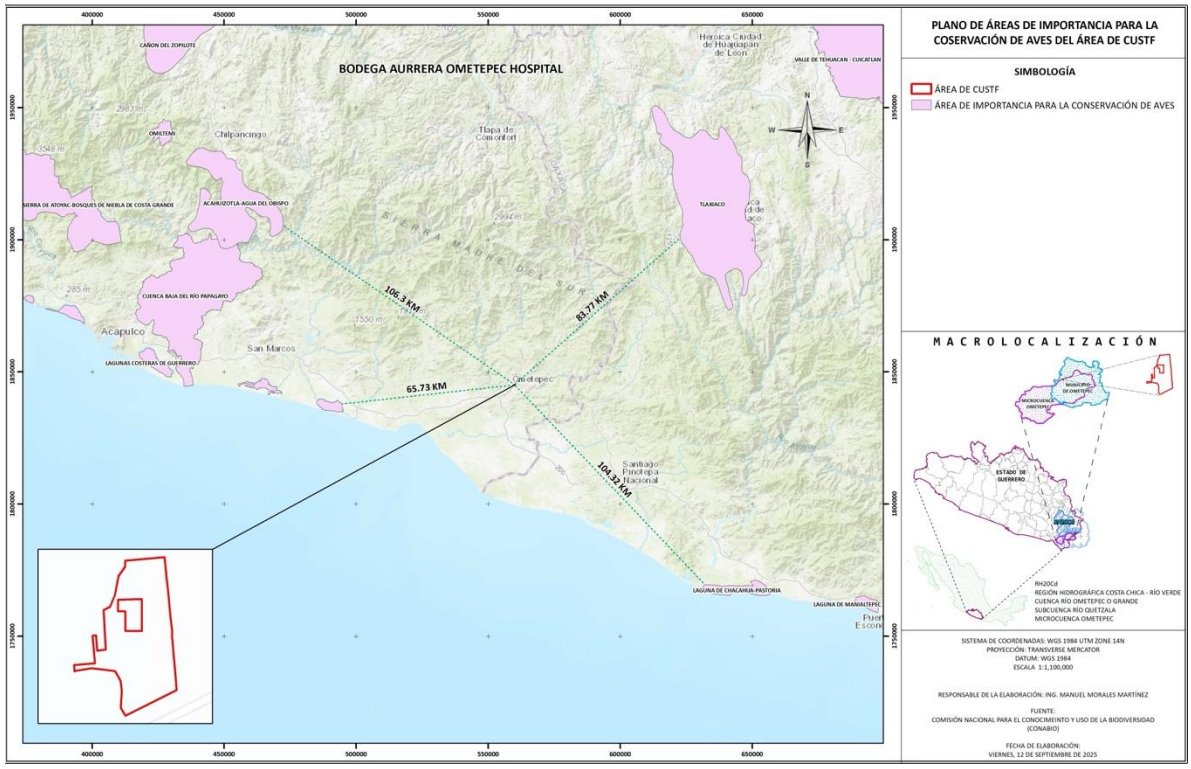


Figura II.19. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las AICAs

d) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

El área del proyecto no se contiene en ninguna ADVC. La más cercanas son El Zapote (Ejido Huixtepec), a 10.96 km, Toncano (Ejido Huixtepec) a 11.79 km, El Pantano 2 (Ejido Huixtepec) a 11.81 km, el Cerro del Naranjo (Ejido Huixtepec) a 11.92 km, El Pantano (Ejido Huixtepec) a 12.07 km y Cerro del Naranjo 2 (Ejido Huixtepec) a 12.30 km.

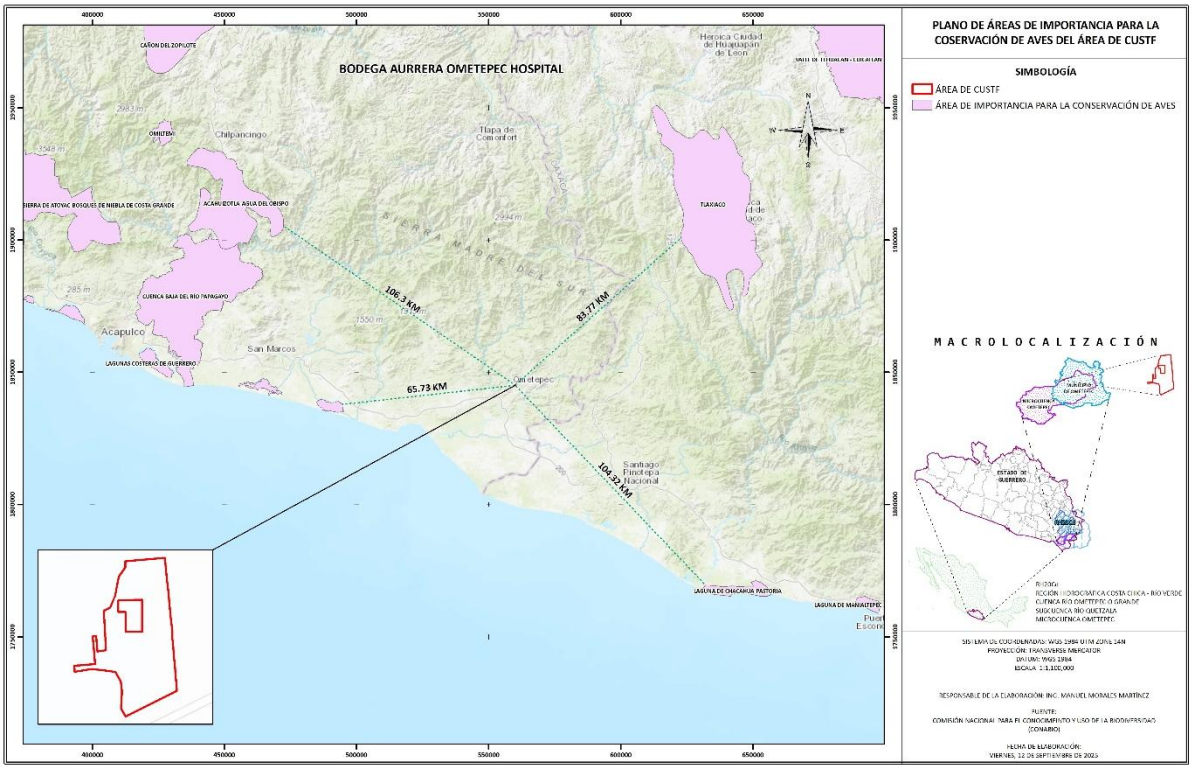


Figura II.20. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a las ADVC

e) Sitios RAMSAR

El área del proyecto no se contiene en ningún sitio RAMSAR. El más cercano es Lagunas de Chacahua a 102.77 Km.

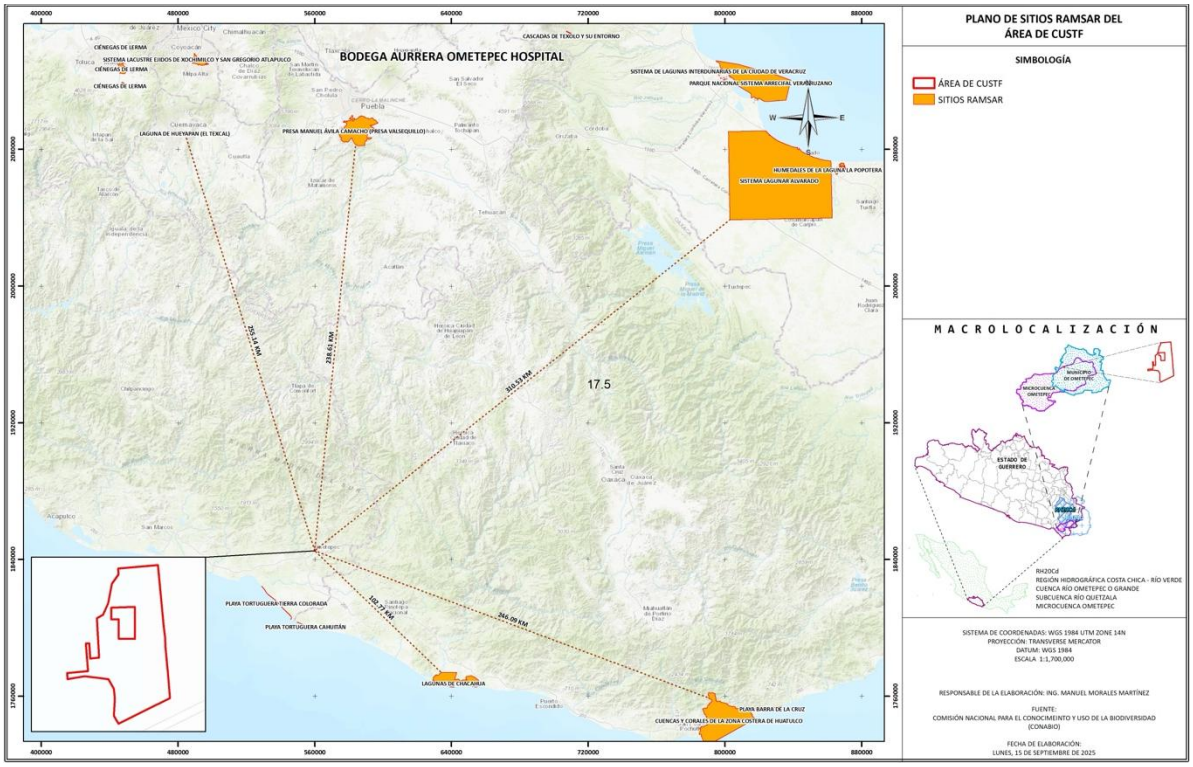


Figura II.21. Ubicación de las áreas de cambio de uso de suelo respecto a los sitios RAMSAR

II.1.7. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

Accesibilidad e infraestructura de comunicaciones: El predio del proyecto se ubica sobre un boulevard importante de Ometepec, en la salida de la ciudad, lo que le otorga alta accesibilidad vial y conectividad directa con el área urbana inmediata. Asimismo, la ubicación facilita la conexión con carreteras de mayor jerarquía, permitiendo la llegada eficiente de insumos, mercancías y usuarios desde localidades aledañas y centros regionales. Esta condición reduce la necesidad de infraestructura adicional de acceso y favorece la integración del proyecto con la red de transporte regional y nacional.

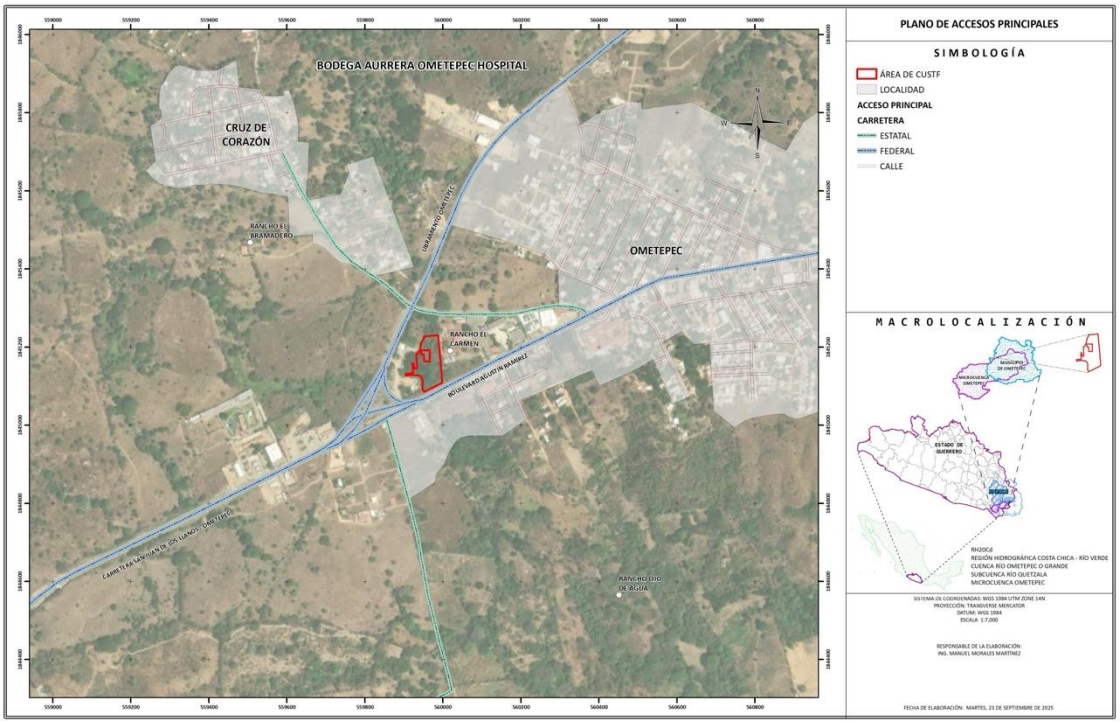


Figura II.22. Infraestructura de transportes en el área

Viabilidad económica, social y de paisaje: El proyecto resulta económicamente viable debido a su ubicación estratégica sobre un boulevard principal a la salida de Ometepec, con acceso directo a carreteras de mayor jerarquía que facilitan el abastecimiento y distribución de mercancías. Esta localización reduce costos logísticos y de operación, y asegura la captación de una demanda local y regional que respalda la inversión. En el ámbito social, la construcción y operación de la bodega generará empleos directos e indirectos, fortalecerá la oferta de productos básicos a precios accesibles y contribuirá al desarrollo económico de la región, sin desplazar actividades productivas tradicionales. Respecto al paisaje, el predio se inserta en un entorno urbano en expansión, dominado por usos habitacionales, comerciales y de servicios, por lo que la incorporación de la infraestructura representa una continuidad en la dinámica de transformación urbana. Al no localizarse en un área de valor escénico ni natural, el impacto visual es reducido y se prevé la integración del inmueble mediante áreas verdes y diseño paisajístico compensatorio.

La localizacion del proyecto le otorga ventajas en el acceso a todos los servicios requeridos para e funcionamiento normal de una tienda de este tipo. Al encontrarse dentro de la mancha urbana de la creciente localidad de Ometepec, la disponibilidad de agua potable, energía eléctrica, drenaje, servicios de recolección de basura, alumbrado público, seguridad, protección civil, servicios de telecomunicación, transporte público y demás, está completamente garantizada.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Cuadro II.6. Programa general de trabajo para el proyecto

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo																												
		Año																												
		Mes																		3	4	5	10	15	20	30	40	50		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	…	24											
Preparación del sitio	Desmonte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	Extracción de materias primas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	Despalme	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Preparación del sitio (Medidas de prevención, mitigación y/o compensación)	Delimitación de las áreas de trabajo	X	X	X	X																									
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	Rescate de fauna silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	Rescate de flora silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	Rescate del material orgánico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	MEDIDAS AMBIENTALES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Monitoreo y seguimiento de las medidas	Monitoreo y seguimiento de las medidas ambientales																	X	X	X	X	X								
Construcción	Cimentación						X	X																						
	Edificación						X	X	X	X	X	X	X	X																
	Construcción de drenajes						X	X	X	X	X	X	X	X																
	Instalaciones hidrosanitarias										X	X	X	X																
	Instalaciones eléctricas										X	X	X	X																
	Instalaciones telefónicas												X	X																
	Instalaciones especiales												X	X																
	Acabados												X	X																
	Colocación de equipo												X	X	X	X														
	Obras exteriores (pavimentos, áreas verdes)														X	X														
Operación y mantenimiento	Recepción de mercancía e insumos																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo																												
		Año																												
		Mes																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	…	24	3	4	5	10	15	20	30	40	50
	Almacén																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Preparado y empaque de alimentos																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Piso de ventas																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Línea de cajas																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Mantenimiento a edificio, instalaciones y equipo																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Mantenimiento a áreas verdes																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Valoración de seguir operando o abandono del sitio	Retiro de productos de venta y estantería																											X
	Desmantelamiento de equipo e instalaciones																											X
	Desmantelamiento de estructura																											X
	Demolición de construcciones existentes																											X
	Limpieza de terreno																											X
	Mejoramiento de suelo y restitución de capa vegetal																											X

I.2.1.1. ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE

Los estudios empleados para la elaboración de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) son referentes únicamente a la etapa de preparación del sitio.

El estudio más importante se trata de la revisión ambiental mediante los trabajos de campo que componen el cuerpo principal de este documento. El análisis de la vegetación en campo y su procesamiento en gabinete es lo que sustenta toda la información contenida dentro de la MIA.

Pues, a través de los estudios de la vegetación a afectarse, se obtuvo la siguiente caracterización de la cobertura forestal:

TIPO DE VEGETACIÓN

La vegetación dictaminada dentro del área del proyecto se trata de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

De acuerdo a la cartografía de INEGI, actualmente los polígonos del área de CUSTF cuentan con un uso de suelo y vegetación de Urbano construido (AH) y Pastizal cultivado (PC), sin embargo, con la visita de campo se identificó otro tipo de uso de suelo.

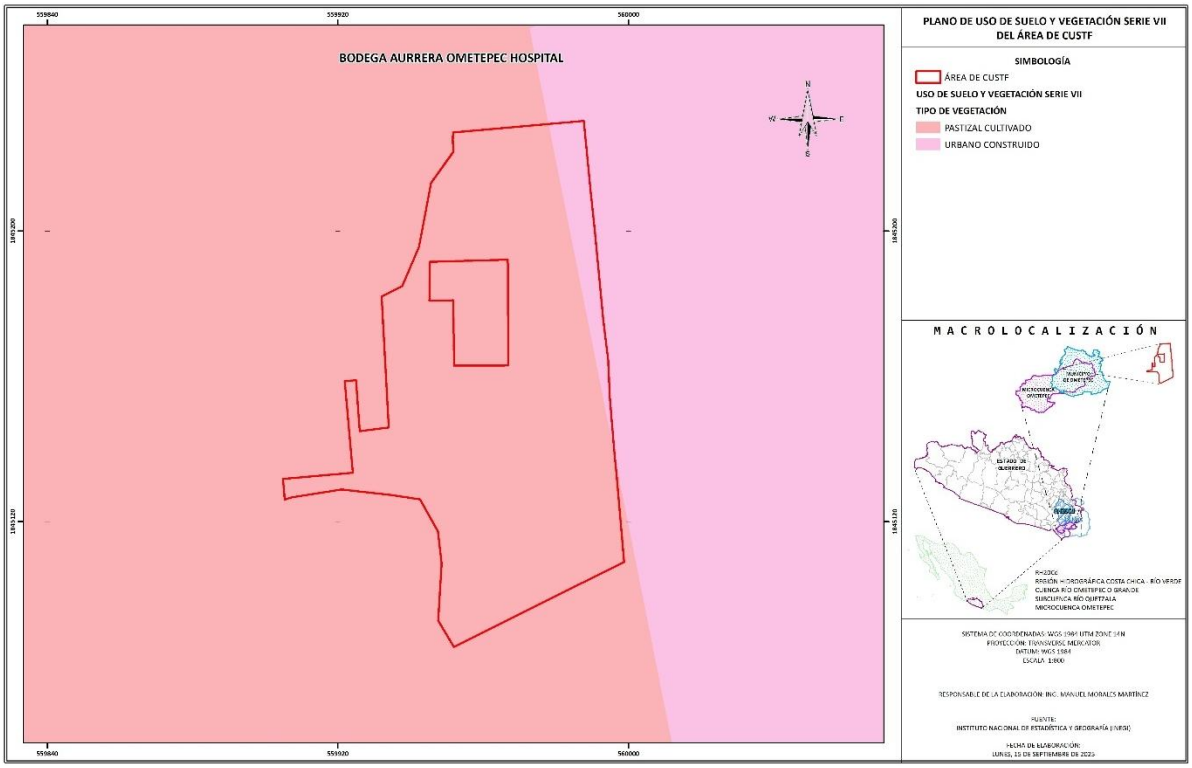


Figura II.23. Mapa de ubicación del CUSTF en la carta de tipos de vegetación serie VII de INEGI

De acuerdo a los trabajos en campo, el uso de suelo presente en el área corresponde a vegetación secundaria ; la descripción de este tipo de vegetación se presenta a continuación:

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA

La vegetación secundaria arbóre se refiere a la fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles. Es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus.

La vegetación presente en el área de CUSTF coincide específicamente con Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia a partir de varias características climáticas, edáficas y biológicas.

En primer lugar, la precipitación media anual en esta región es de aproximadamente 1.383.3 mm, situándose dentro del rango óptimo de 300 a 1,500 mm que caracteriza a la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia. Esta cantidad de lluvia en fundamental para sustentar la biodiversidad y crecimiento de las especies vegetales propias de este ecosistema La temperatura media anual de 26°C también es adecuada para el desarrollo de esta vegetación. En este tipo de vegetación la temperatura media anual va de 18 a 28°C, el cual favorece la actividad metabólica de las plantas y su capacidad para sobrevivir y reproducirse en el entorno.

En términos de distribución geográfica, la vegetación de selva baja caducifolia se encuentra distribuida en México desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del pacifico, por lo que la ubicación específica del CUSTF en el estado de Guerrero coincide con la distribución de este tipo de vegetación.

Finalmente, los géneros vegetales presentes en el VSA/SBC, como Bursera sp. , Jacaratia spp. y Cordia spp. , son representativas del ecosistema y se encuentran en CUSTF. Estas especies no solo están adaptadas a las condiciones climáticas y del suelo, sino que también desempeñan un papel crucial en la interacción con la fauna local y en el mantenimiento del equilibrio ecológico.

En conclusión, la presencia de vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia en el área de CUSTF, es completamente justificada por las condiciones ambientales favorables, el tipo de suelo y las especies vegetales que predominan en la región. Este ecosistema no solo es un componente vital del paisaje local, sino que también contribuye a la biodiversidad y a la salud ecológica de la zona.

A continuación se presenta un cuadro comparativo como resumen de la similitud encontrada en la vegetación presente en el área de CUSTF y la VSA/SBC

Cuadro II.7. Comparativo de vegetación presente en área CUSTF y VSA/SBC

CARACTERISTICAS	VSA/SBC	CUSTF	CARACTERISTICAS
Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos.	●	●	Cálido subhúmedo
La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C.	●	●	Temperatura media anual de 26°C
Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm.	●	●	Precipitación anual de 1,383.30 mm
Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje	●	●	Se encuentra aproximadamente a los 355 msnm

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m).	•	•	Las alturas de los individuos arboreos adultos van de los 3 m hasta los 14 metros de altura
El estrato predominante es el estrato arbóreo	•	•	El estrato dominta es el arbóreo con la presencia de 13 especies diferentes, mientras que del estrato arbustivo solo se encontró una especie representativa.
En este tipo de selva son comunes: Bursera simaruba (chaka, palo mulato); Bursera sp. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); Jacaratia mexicana (bonete); Cordia sp. (ciricote, cuéramo).	•	•	Se encontraron especies de los generos Bursera, Jacaratia, Cordia, entre otras

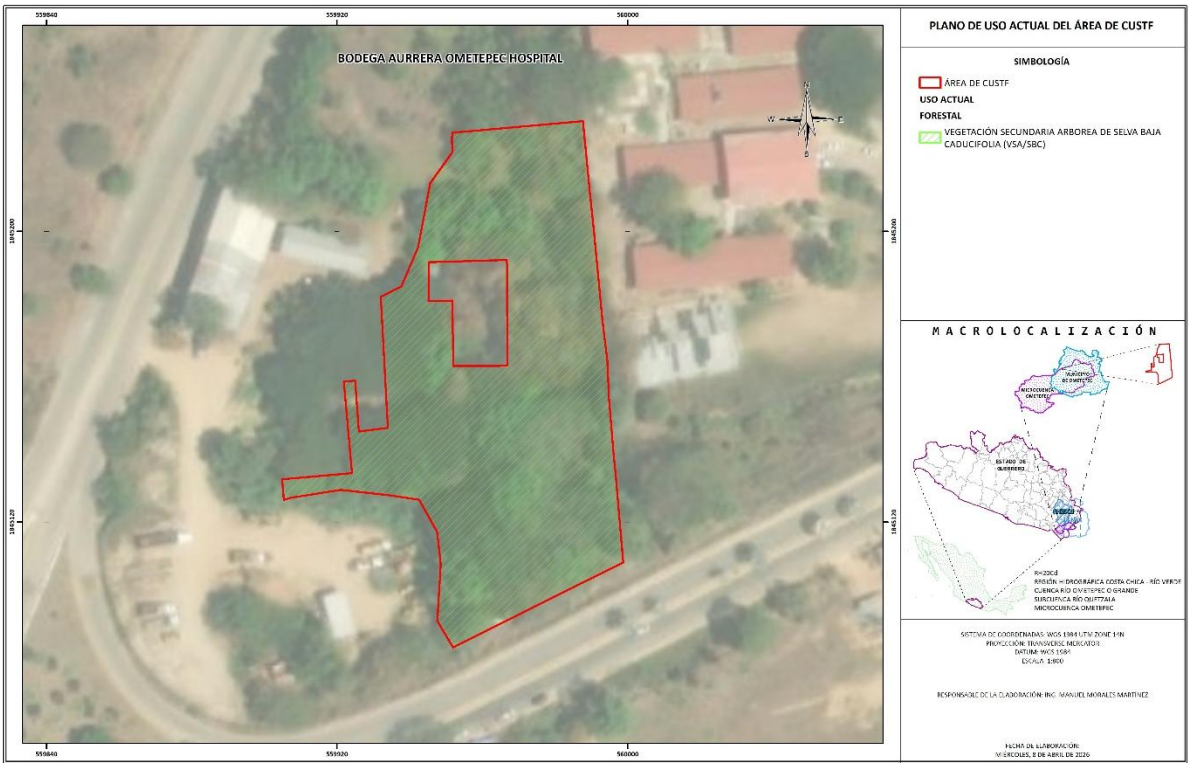


Figura II.24. Mapa del estado actual de la vegetación en el área de CUSTF

NÚMERO DE INDIVIDUOS

MUESTREO

El proceso óptimo para el cálculo de las existencias volumétricas de productos forestales maderables en el área de CUSTF se basa en el muestreo de la vegetación. Este proceso se dividió en 3 etapas: **fase de preparación**, **fase de campo** y **fase de gabinete**.

Los trabajos realizados en cada una de las fases del proceso, se describen a continuación:

a) FASE DE PREPARACIÓN

Consiste en el acomodo y revisión de datos para llevar a campo la información preliminar, con la finalidad de familiarizarse con las áreas y corroborar sus características en la fase de campo.

Para este proyecto, se delimitó en la carta topográfica e imagen satelital a través del servicio Google Earth Pro y el archivo KMZ de la poligonal del proyecto, proporcionada a partir del levantamiento topográfico realizado por la promovente.

Mediante la observación de los datos disponibles en Google Earth Pro y la revisión de imágenes en la plataforma, se tiene una primera aproximación de las condiciones del predio, mismas que serán especificadas en la fase de campo.

Con la información preliminar disponible en plataformas digitales y estudios previos proporcionados por la promovente, que muestran una cobertura vegetal homogénea, relativamente baja densidad, y la superficie legal propuesta para CUSTF, que para este proyecto es de 0.6890 ha, se tomó la decisión de aplicar un levantamiento de información mediante censo para el estrato arbóreo; para el resto de los estratos, se seleccionaron sitios estratégicos con fines de representatividad de la biodiversidad.

Diseño de muestreo:

Estratos

Debido a la pequeña superficie total (0.6890 ha), ejecutar un muestreo sistemático podría resultar en omisiones de la biodiversidad del tipo de vegetación, pues, se optó por utilizar un diseño de muestreo dirigido una vez conocidas las condiciones precisas del ecosistema a través de la visita de campo y la información proporcionada. De acuerdo con Ferro-Díaz (2015[2]), el sistema de muestreo dirigido se utiliza cuando existen tipologías forestales con características especiales; en este caso, la superficie y relativa baja uniformidad de la cobertura vegetal impulsaron la decisión de utilizar un muestreo dirigido.

Por lo tanto, se seleccionaron 2 sitios estratégicos rectangulares, ubicados en diversas zonas del CUSTF, cuya distribución abarcara todas las condiciones de vegetación en un área tan reducida.

De acuerdo con el Manual y Procedimientos para Muestreo en Campo (2011[3]), en bosques y zonas áridas, es común utilizar sitios circulares de 400 m^2 para los estratos arbóreo, cactáceas y agaves; sin embargo, se decidió proceder mediante censo, pues, a partir del tamaño de sitio principal pensado para el estrato arbóreo, se decidió utilizar un tamaño de sitio más reducido para el resto de los estratos en la vegetación; decisión tomada con base en la experiencia en trabajos previos realizados en esta zona geográfica del país, específicamente dentro de Guerrero.

Estrato arbóreo→CENSO.

Estrato arbóreo de renuevos y arbustivo→sitio rectangular de 100 m^2.

Estrato herbáceo → sitio cuadrangular de 1 m^2.

DELIMITACIÓN DE LOS SITIOS

[2] Ferro-Díaz, J. 2015. Manual revisado de métodos útiles para el muestreo y análisis de la vegetación. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA), CITMA Pinar del Río, Cuba.

[3] Comisión Nacional Forestal. 2011. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Manual y Procedimientos para Muestreo en Campo. Re-muestreo 2011. PDF.

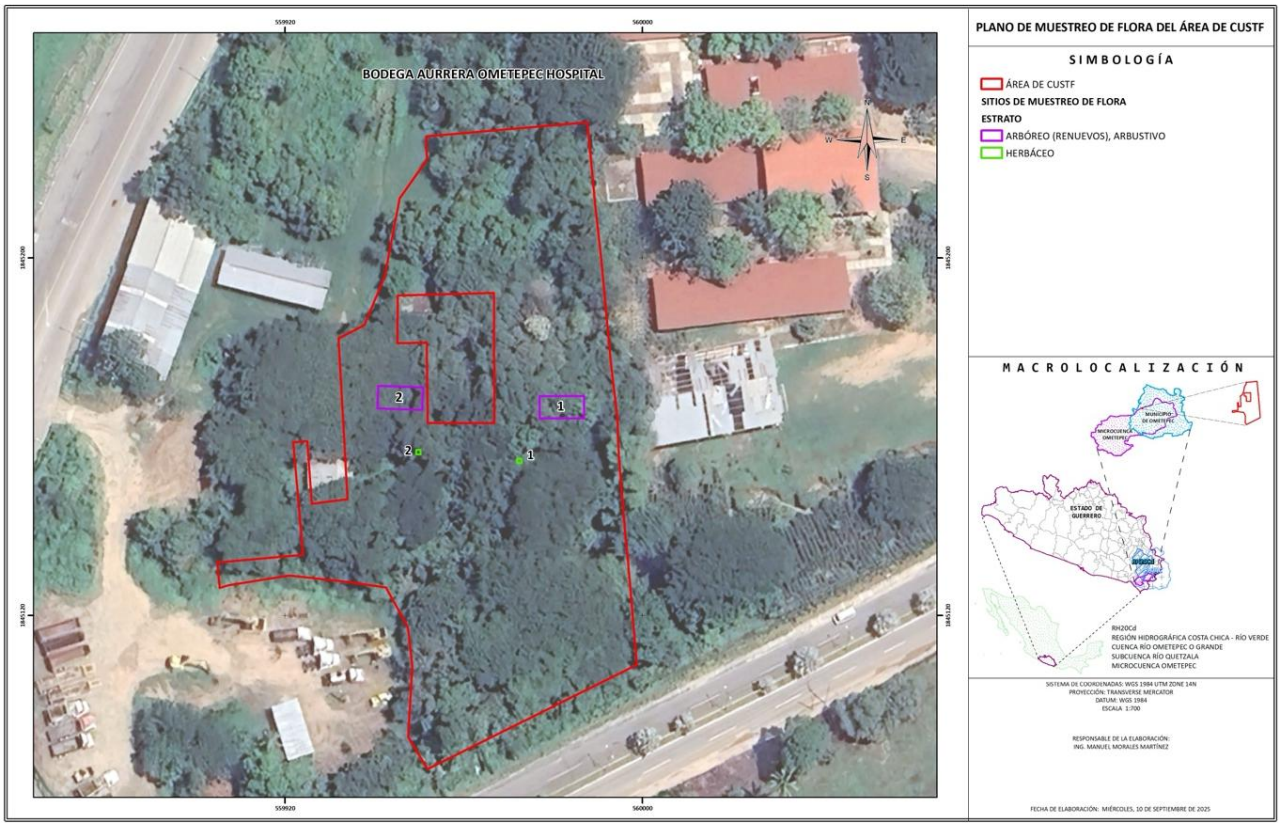


Figura II.25. Puntos de levantamiento de información (arbustos)

b) FASE EN CAMPO

Con la información preliminar suficiente y definido el sistema de muestreo, así como la ubicación de los sitios a muestrear, corresponde realizar las actividades en el sitio de interés.

Las actividades en campo se realizaron de la siguiente manera:

- Con el uso de GPS y Tablet con imagen satelital precargada, se ubicó el área de CUSTF y se definieron los límites visibles. Posteriormente, se ubicaron las coordenadas de cada uno de los puntos y sitios de muestreo en los que se levantó la información dasométrica de la vegetación.
- Para el estrato arbóreo de adultos, se midieron todos los individuos presentes en el área de CUSTF; se midió el DN (diámetro a la altura del pecho o 1.30 m desde la base), altura total y ramificaciones. Dentro del estrato arbóreo, todos aquellos individuos con un altura menor a 1.60 m, fueron muestreados como renuevos. Todos los individuos censados fueron georreferenciados.
- Para el resto de los estratos, únicamente se contabilizó la cantidad de individuos.
- En todos los estratos, se registró la especie del individuo contabilizado. Para corroborar la especie medida, se tomaron fotos del tallo, hojas y flor/fruto en casos posibles.
- La forma de delimitar el sitio rectangular de 50 m^2 fue mediante cinta compensada, midiendo una cruz a partir de la coordenada central y hacia el norte. La cruz fue de 5 m a E y O, y de 2.5 m a N y S; a partir de esos 4 puntos, se cerró el cuadrante correspondientemente para alcanzar la figura rectangular de 10 m x 5 m. El sitio cuadrangular de 1 m^2 para hierbas, se delimitó estrategicamente

en sitio, y se tomó una primera arista en dirección norte, siguiente arista en dirección oriente, tercer arista en dirección sur, y última arista en dirección poniente para cerrar el cuadrado.

- El centro del sitio y los puntos cardinales de los sitios circulares fueron marcados con cinta fosforescente. El sitio de hierbas y todos los individuos medidos fueron marcados con aerosol.

Los materiales utilizados durante esta fase fueron:

- GPS
- Tablet con imagen satelital
- Lápiz y pluma
- Formato de captura
- Tabla de apoyo
- Clinómetro
- Cinta diamétrica
- Cinta métrica o cuerda compensada
- Flexómetro
- Aerosol para delimitar las areas muestreadas
- Machete
- Cámara fotográfica
- Cinta fosforescente



Imagen II.3. Ejemplo de delimitación de polígonos de CUSTF en proyectos similares.



Imagen II.4. Ejemplo de delimitación de los sitios de muestreo para los estratos involucrados.



Imagen II.5. Ejemplo de marcaje de los individuos arbóreos dentro del sitio en proyectos de CUSTF.



Imagen II.6. Ejemplo de toma de datos, de los estratos involucrados en los sitios de muestreo en el CUSTF.

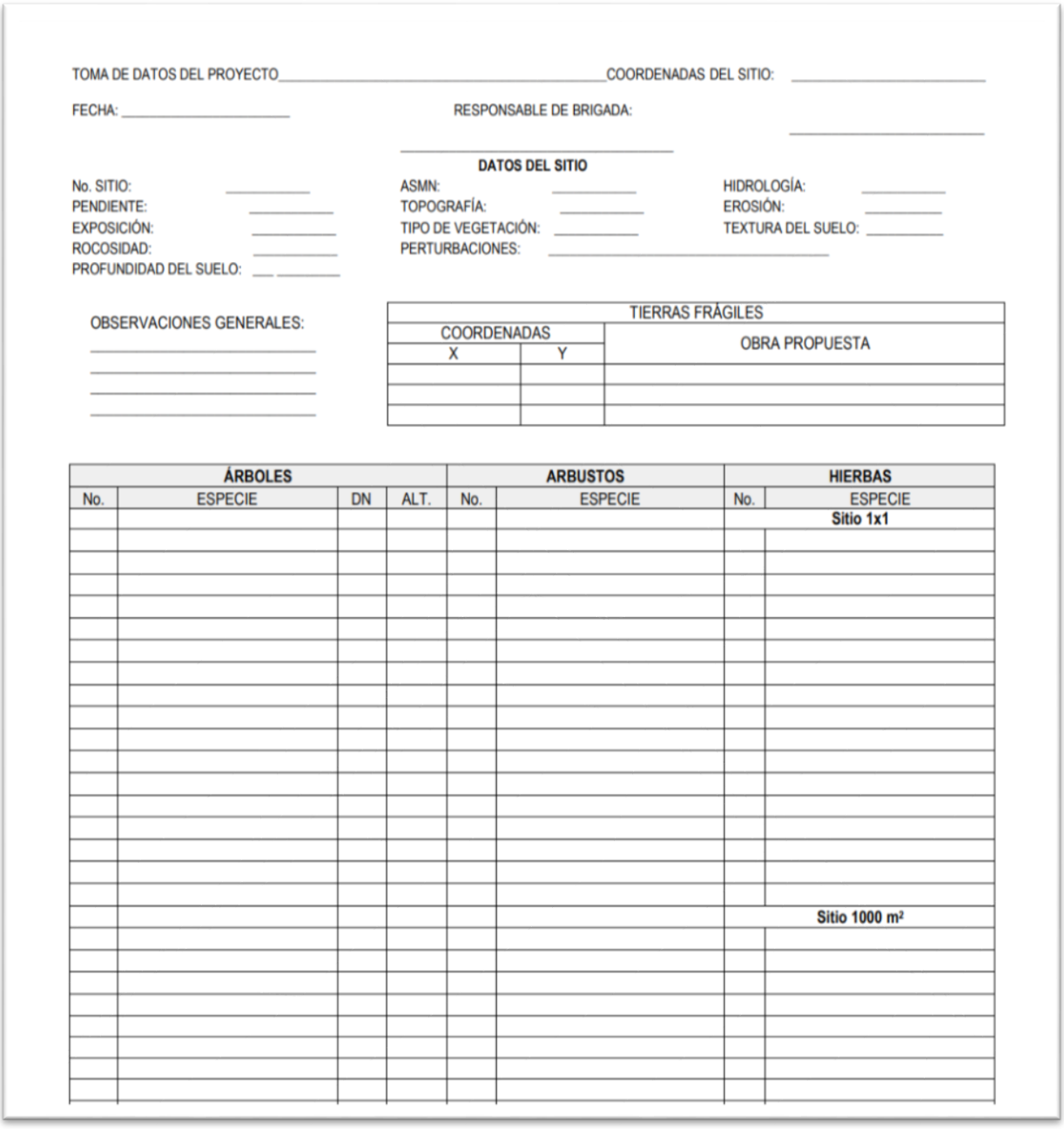


Imagen II.7. Establecimiento del sitio de muestreo por estrato.



Imagen II.8. Ubicación del sitio de muestreo.

En este proyecto se conformaron 2 brigadas de 3 personas; las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.



TOMA DE DATOS DEL PROYECTO_____ COORDENADAS DEL SITIO: _____

FECHA: _____ RESPONSABLE DE BRIGADA: _____

DATOS DEL SITIO

No. SITIO: _____ ASMN: _____ HIDROLOGÍA: _____

PENDIENTE: _____ TOPOGRAFÍA: _____ EROSIÓN: _____

EXPOSICIÓN: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____

ROCOSIDAD: _____ PERTURBACIONES: _____

PROFUNDIDAD DEL SUELO: ___ _____

OBSERVACIONES GENERALES:

_____

_____

_____

_____

TIERRAS FRÁGILES		
COORDENADAS		OBRA PROPUESTA
X	Y	

ÁRBOLES				ARBUSTOS		HIERBAS	
No.	ESPECIE	DN	ALT.	No.	ESPECIE	No.	ESPECIE
							Sitio 1x1
							Sitio 1000 m²

Figura II.26. Ejemplo de formato para la toma de datos dasométricos.

c) FASE EN GABINETE

Procesamiento de la información recolectada en campo, análisis con la información preliminar y obtención de resultados.

Información del censo y sitios de muestreo por polígono de CUSTF

Cuadro II.8. Datos del censo

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DN (cm)	ALTURA (m)	X	Y
Andira inermis	Cuatololote	13	6	559948	1845142
Andira inermis	Cuatololote	13	7	559962	1845131
Andira inermis	Cuatololote	16	8	559963	1845130
Andira inermis	Cuatololote	20	8	559950	1845145
Andira inermis	Cuatololote	20	8	559976	1845131
Andira inermis	Cuatololote	21	8	559973	1845126
Andira inermis	Cuatololote	22	8	559948	1845144
Andira inermis	Cuatololote	22	8	559965	1845129
Andira inermis	Cuatololote	23	8	559947	1845140
Andira inermis	Cuatololote	25	7	559964	1845143
Andira inermis	Cuatololote	25	8	559952	1845140
Andira inermis	Cuatololote	28	9	559975	1845127
Andira inermis	Cuatololote	32	9	559984	1845147
Andira inermis	Cuatololote	35	10	559966	1845132
Bursera simaruba	Palo mulato	8	4	559980	1845183
Cedrela odorata	Cedro rojo	26	10	559991	1845192
Cedrela odorata	Cedro rojo	38	11	559994	1845157
Coccoloba barbadensis	Jobero	11	6	559963	1845096
Coccoloba barbadensis	Jobero	28	7	559950	1845150
Cordia elaeagnoides	Bocote	10	5	559990	1845185
Cordia elaeagnoides	Bocote	14	6	559982	1845181
Cordia elaeagnoides	Bocote	14	6	559992	1845166
Cordia elaeagnoides	Bocote	14	7	559991	1845196
Cordia elaeagnoides	Bocote	15	6	559984	1845174
Cordia elaeagnoides	Bocote	16	6	559984	1845175
Cordia elaeagnoides	Bocote	16	7	559970	1845165
Cordia elaeagnoides	Bocote	20	4	559991	1845191
Cordia elaeagnoides	Bocote	20	5	559967	1845189
Cordia elaeagnoides	Bocote	20	6	559983	1845162
Cordia elaeagnoides	Bocote	20	7	559959	1845196
Cordia elaeagnoides	Bocote	20	7	559980	1845220
Cordia elaeagnoides	Bocote	20	7	559991	1845181
Cordia elaeagnoides	Bocote	21	7	559992	1845178
Cordia elaeagnoides	Bocote	22	7	559950	1845178
Cordia elaeagnoides	Bocote	22	7	559983	1845186

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DN (cm)	ALTURA (m)	X	Y
Cordia elaeagnoides	Bocote	22	8	559987	1845186
Cordia elaeagnoides	Bocote	23	7	559982	1845167
Cordia elaeagnoides	Bocote	25	5	559991	1845190
Cordia elaeagnoides	Bocote	26	6	559989	1845213
Cordia elaeagnoides	Bocote	26	8	559978	1845178
Cordia elaeagnoides	Bocote	27	7	559991	1845187
Cordia elaeagnoides	Bocote	28	7	559992	1845176
Cordia elaeagnoides	Bocote	32	9	559994	1845159
Cordia elaeagnoides	Bocote	35	9	559978	1845179
Cordia elaeagnoides	Bocote	38	10	559970	1845179
Cordia elaeagnoides	Bocote	42	10	559977	1845174
Enterolobium cyclocarpum	Parota	28	9	559990	1845198
Enterolobium cyclocarpum	Parota	70	14	559984	1845121
Enterolobium cyclocarpum	Parota	115	12	559987	1845144
Ficus insipida	Amate	47	12	559969	1845130
Ficus insipida	Amate	60	8	559950	1845170
Ficus insipida	Amate	85	12	559984	1845109
Ficus insipida	Amate	125	12	559968	1845148
Guazuma ulmifolia	Guacima	9	3	559991	1845177
Guazuma ulmifolia	Guacima	9	4	559927	1845137
Guazuma ulmifolia	Guacima	13	5	559954	1845091
Guazuma ulmifolia	Guacima	13	5	559968	1845136
Guazuma ulmifolia	Guacima	14	5	559967	1845105
Guazuma ulmifolia	Guacima	20	7	559935	1845147
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	14	6	559963	1845097
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	14	6	559994	1845158
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	15	6	559992	1845112
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	18	8	559965	1845130
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	30	8	559973	1845103
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	30	10	559973	1845163
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	40	8	559955	1845093
Samanea saman	Cenizaro	21	8	559986	1845201
Samanea saman	Cenizaro	32	10	559937	1845141
Samanea saman	Cenizaro	38	10	559948	1845149
Samanea saman	Cenizaro	52	10	559942	1845144
Samanea saman	Cenizaro	60	12	559960	1845123
Samanea saman	Cenizaro	60	12	559973	1845117
Samanea saman	Cenizaro	72	9	559929	1845144
Samanea saman	Cenizaro	75	7	559938	1845179
Tabebuia rosea	Roble rosa	13	8	559961	1845135

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DN (cm)	ALTURA (m)	X	Y
Tabebuia rosea	Roble rosa	17	10	559992	1845168
Tabebuia rosea	Roble rosa	20	9	559949	1845144
Tabebuia rosea	Roble rosa	22	10	559958	1845114
Tabebuia rosea	Roble rosa	26	8	559969	1845101
Tabebuia rosea	Roble rosa	30	10	559995	1845150
Tabebuia rosea	Roble rosa	55	14	559993	1845158
Vachellia cornigera	Cornizuelo	10	4	559978	1845107
Vachellia cornigera	Cornizuelo	10	6	559965	1845160
Vachellia cornigera	Cornizuelo	10	6	559990	1845196
Vachellia cornigera	Cornizuelo	10	7	559986	1845194
Vachellia cornigera	Cornizuelo	11	5	559957	1845220
Vachellia cornigera	Cornizuelo	11	7	559952	1845153
Vachellia cornigera	Cornizuelo	11	7	559964	1845219
Vachellia cornigera	Cornizuelo	11	7	559974	1845108
Vachellia cornigera	Cornizuelo	11	8	559985	1845222
Vachellia cornigera	Cornizuelo	12	6	559985	1845208
Vachellia cornigera	Cornizuelo	12	6	559986	1845208
Vachellia cornigera	Cornizuelo	12	7	559980	1845158
Vachellia cornigera	Cornizuelo	12	8	559957	1845159
Vachellia cornigera	Cornizuelo	13	6	559960	1845138
Vachellia cornigera	Cornizuelo	13	7	559991	1845189
Vachellia cornigera	Cornizuelo	15	6	559967	1845138
Vachellia cornigera	Cornizuelo	15	7	559970	1845141
Vachellia cornigera	Cornizuelo	15	7	559979	1845214
Vachellia cornigera	Cornizuelo	17	8	559979	1845215
Vachellia cornigera	Cornizuelo	17	8	559980	1845227
Vachellia cornigera	Cornizuelo	18	8	559980	1845207
Vachellia cornigera	Cornizuelo	19	8	559994	1845164
Vachellia cornigera	Cornizuelo	20	7	559982	1845222

Cuadro II.9. Datos del sitio 1

Sitio	Forma	Estrato		Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
					X	Y
1	Cuadrado	Árboles (Renuevos), Arbustos		50	559987.03	1845169.05
					559987.03	1845164.05
					559977.03	1845164.05
					559977.03	1845169.05
		Hierbas		1	559972.03	1845154.05
					559972.03	1845155.05
					559973.03	1845155.05
					559973.03	1845154.05
	Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**No. de individuos**		
	Arbóreo (Renuevos)	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	1		
		Vachellia cornigera	Cornizuelo	5		
		Jacaratia mexicana	Bonete	8		
	Arbustivo	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	8		
	Herbáceo	*Megathyrsus maximus*	Camalote	1		

Cuadro II.10. Datos del sitio 2

Sitio	Forma	Estrato		Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
					X	Y
2	Cuadrado	Árboles (Renuevos), Arbustos		50	559950.89	1845170.99
					559950.72	1845165.99
					559940.72	1845166.34
					559940.90	1845171.34
		Hierbas		1	559950.37	1845156.00
					559949.37	1845156.04
					559949.41	1845157.04
					559950.40	1845157.00
	Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**No. de individuos**		
	Arbóreo (Renuevos)	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	4		
		Jacaratia mexicana	Bonete	5		
	Arbustivo	*Sin presencia*				
	Herbáceo	*Megathyrsus maximus*	Camalote	3		

NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE QUE SE ESPERA REMOVER

Cuadro II.11. Número de árboles a remover en el CUSTF

ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTALES**
1	Caricaceae	*Jacaratia*	*Jacaratia mexicana*	Bonete	1300	896
2	Bignoniaceae	*Handroanthus*	*Handroanthus chrysanthus*	Roble amarillo	10	7
3	Bignoniaceae	*Tabebuia*	*Tabebuia rosea*	Roble rosa	10	7
4	Boraginaceae	*Cordia*	*Cordia elaeagnoides*	Bocote	39	27
5	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba*	Palo mulato	1	1
6	Fabaceae	*Samanea*	*Samanea saman*	Cenizaro	12	8
7	Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	933	643
8	Fabaceae	*Enterolobium*	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	4	3
9	Fabaceae	*Andira*	*Andira inermis*	Cuatololote	20	14
10	Malvaceae	*Guazuma*	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	109	75
11	Meliaceae	*Cedrela*	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	3	2
12	Moraceae	*Ficus*	*Ficus insipida*	Amate	6	4
13	Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	3	2
TOTAL					**2451**	**1689**

Cuadro II.12. Número de arbustos a remover en el CUSTF

ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTALES**
1	Acanthaceae	*Megaskepasma*	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	800	551
TOTAL					**800**	**551**

Cuadro II.13. Número de hierbas a remover en el CUSTF

ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTALES**
1	Poaceae	*Megathyrsus*	*Megathyrsus maximus*	Camalote	20000	13780
TOTAL					**20,000**	**13,780**

Nota: En el ANEXO 12. MEMORIA DE CÁLCULO (DIGITAL), se presenta el número de individuos a remover.

VOLÚMENES A REMOVER

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS VOLÚMENES A REMOVER

Para obtener la estimación de los volúmenes a remover por la implementación del proyecto se procedió de la siguiente manera:

1. Filtro de elementos a cubicar: se consideran maderables únicamente los árboles adultos (no renuevos).
2. Determinación de los volúmenes total árbol mediante la utilización de tablas de volumen y su respectivo modelo volumétrico, definidas por el Inventario Forestal Nacional[4] de 1961-1985, mismos que se utilizaron para la elaboración del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2015-2020[5]. Las especies que, de acuerdo con las tablas de volumen, no cuentan con modelos volumétricos, se utilizó la fórmula del cilindro con un coeficiente mórfico de 0.3 para latifoliadas.
3. Suma total de los volúmenes resultantes: se contabilizó la totalidad de los individuos mediante censo.

MODELOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN

Para la estimación de los volúmenes de las especies maderables se utilizaron las tablas de volumen del inventario forestal, publicado en el año 1984.

Cuadro II.14. Modelos empleado para la estimación de volumen de las especies involucradas

ESPECIE CUSTF	NOMBRE COMÚN	MODELO VOLUMÉTRICO	ESPECIE A LA QUE APLICA	ESTADO DE MÉXICO AL QUE APLICA	FUENTE
Andira inermis	Cuatololote	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	*Andira inermis*	Guerrero	1erINF61-85
Bursera simaruba	Palo mulato	EXP(-9.86139158+1.93994057*LN(diam)+1.04126898*LN(alt))	*Bursera simaruba*	Guerrero	1erINF61-85
Cedrela odorata	Cedro rojo	EXP(-9.88038392+1.97088088*LN(diam)+1.00098368*LN(alt))	*Cedrela odorata*	Guerrero	1erINF61-85
Coccoloba barbadensis	Jobero	EXP(-9.73746695+1.85643537*LN(diam)+1.07354086*LN(alt))	*Coccoloba barbadensis*	Guerrero	1erINF61-85
Cordia elaeagnoides	Bocote	EXP(-9.73746695+1.85643537*LN(diam)+1.07354086*LN(alt))	*Cordia elaeagnoides*	Guerrero	1erINF61-85
Enterolobium cyclocarpum	Parota	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	*Enterolobium cyclocarpum*	Guerrero	1erINF61-85
Ficus insipida	Amate	EXP(-10.06787497+2.0005528*LN(diam)+0.99031834*LN(alt))	*Ficus insipida*	Guerrero	1erINF61-85
Guazuma ulmifolia	Guacima	EXP(-10.12597512+2.04755627*LN(diam)+0.96453516*LN(alt))	*Guazuma ulmifolia*	Guerrero	1erINF61-85

[4] Comisión Nacional Forestal. Publicaciones Estatales del Primer Inventario Nacional Forestal (INF). 1961-1985. Archivo excel. Consultado el 25/03/26.

[5] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional Forestal. INFyS Nacional Ecuaciones Asignadas Volumen Maderable 2015-2020. Consultado el 25/03/26. Enlace de consulta: https://snif.cnf.gob.mx/download/infys-nacional-ecuaciones-asignadas-volumen-maderable-2015-2020/

ESPECIE CUSTF	NOMBRE COMÚN	MODELO VOLUMÉTRICO	ESPECIE A LA QUE APLICA	ESTADO DE MÉXICO AL QUE APLICA	FUENTE
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	Exp(-9.84052491+1.92716537*LN(diam)+1.00282618*LN(alt))	*Handroanthus chrysanthus*	Guerrero	1erINF61-85
Samanea saman	Cenizaro	0.7854*POTENCIA(Diametro/100,2)*Altura*0.3		*Coeficiente mórfico*	1erINF61-85
Tabebuia rosea	Roble rosa	EXP(-9.87689+1.9349903*LN(diam)+1.03862975*LN(alt))	*Tabebuia rosea*	Guerrero	1erINF61-85
Vachellia cornigera	Cornizuelo	Exp(-9.67348922+1.86887607*LN(diam)+1.01858126*LN(alt))	*Vachellia*	Campeche	1erINF61-85

CÁLCULO DE VOLÚMENES

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del volumen total de las especies maderables para la totalidad del predio.

Los cálculos de volúmenes no consideran los estratos no maderables: arbustos y hierbas; asimismo, no se incluyeron los árboles renuevos. **Los siguientes cuadros incluyen la información únicamente de los árboles adultos.**

Cuadro II.15. Volumen a remover para la totalidad del predio

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE CUSTF (HA)	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PROMEDIO DE DN (CM)	PROMEDIO DE ALTURA (M)	SUMA DE INDIVIDUOS TOTALES	SUMA DE V.T.A. TOTAL (M^3)	SUMA DE V.T.A. / HA (M^3)
VSA/SBC	0.6890	*Andira inermis*	Cuatololote	22.50	8.00	14	1.4875	2.1590
		Bursera simaruba	Palo mulato	8.00	3.50	1	0.0109	0.0158
		Cedrela odorata	Cedro rojo	32.00	10.50	2	1.0481	1.5212
		Coccoloba barbadensis	Jobero	19.50	6.50	2	0.2663	0.3865
		Cordia elaeagnoides	Bocote	22.52	6.89	27	4.9560	7.1930
		Enterolobium cyclocarpum	Parota	71.00	11.67	3	5.3736	7.7991
		Ficus insipida	Amate	79.25	11.00	4	13.6850	19.8621
		Guazuma ulmifolia	Guacima	13.00	4.83	6	0.2589	0.3757
		Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	23.00	7.43	7	1.4773	2.1441
		Samanea saman	Cenizaro	51.25	9.75	8	5.3646	7.7860
		Tabebuia rosea	Roble rosa	26.14	9.86	7	3.0905	4.4855
		Vachellia cornigera	Cornizuelo	13.26	6.78	23	1.3739	1.9941
TOTAL GENERAL				**25.97**	**7.68**	**104**	**38.3925**	**55.7221**

Nota: En el ANEXO 12. MEMORIA DE CÁLCULO VOLUMEN (DIGITAL), se presenta la estimación de volumen.

PROGRAMAS ADICIONALES

El resto de los estudios de gabinete realizados a través de la información recabada en campo son:

- **PROGRAMA DE RESCATE DE MATERIA ORGÁNICA**
- **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA**
- **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA**
- **PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS**

Todos estos programas se anexan al documento, respectivamente en los Anexos 8, 9, 10 y 11 de esta MIA.

II.2.2. PREPARACIÓN DEL SITIO

Consiste en ejecutar las actividades correspondientes al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). Esta etapa generará la modificación de la cobertura forestal y los impactos ambientales considerados en este documento.

Delimitación de las áreas de trabajo

Esta actividad consiste en la ubicación precisa de las áreas en las que se llevará a cabo el cambio de uso del suelo forestal, auxiliándose para ello de GPS y tablet con la cartografía del área, cinta de precaución o pintura, de tal modo que se garantice no realizar actividades fuera de la superficie autorizada.



Imagen II.9. Ejemplo de delimitación de las áreas de CUSTF

Medidas ambientales previas al desmonte

Las medidas en detalle se presentan en el CAP. VI de este documento. A continuación, se enlistan las principales medidas ambientales que se implementarán antes del desmonte y despalme (CUS).

- Ahuyentamiento de fauna silvestre
- Rescate y liberación de fauna silvestre
- Rescate, mantenimiento y/o reubicación de flora



Imagen II.10. Ejemplo del rescate y reubicación de la flora



Imagen II.11. Ejemplo del rescate y reubicación de la fauna

Desmonte

Esta actividad consiste en realizar el derribo, seccionado y apilado de la vegetación (árboles y arbustos), extracción de las raíces y limpieza general del área en donde quedará alojada la construcción del proyecto.



Imagen II.12. Ejemplo de actividades de desmonte

Extracción de materias primas

Consiste en la extracción de la vegetación forestal resultante del derribo. De acuerdo con la promovente, estas materias primas forestales serán donadas a la población para satisfacer sus necesidades domésticas.



Imagen II.13. Ejemplo de la extracción de materias primas

Despalme

Una vez removida la vegetación que se encuentre dentro del área del proyecto, de manera paulatina se llevará a cabo el despalme, que es la remoción de la capa superficial de suelo.



Imagen II.14. Ejemplo de despalme de las áreas de CUSTF

Rescate de material orgánico (M.O.): medida de mitigación

La capa superficial de suelo orgánico, producto del despalme, se cargará y transportará al área de almacenamiento designada mediante vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas que impidan la contaminación del entorno o su posible derrame por viento y movimiento durante el transporte. Se realizará simultáneamente a la etapa despalme, el cual, se colocará con una cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar y transportará en camiones volteo con capacidad de 6 a 13 m3.



Imagen II.15. Ejemplo de rescate de la capa superficial de M.O. de las áreas de CUSTF

La etapa de preparación del sitio (CUSTF) finaliza aquí. El resto de las etapas y actividades se presentan de manera general como parte del proyecto, sin embargo, **el presente estudio solo abarca los impactos ambientales y procesos correspondientes exclusivamente en el cambio de uso de suelo.**

Pues, posterior a la finalización de la preparación del sitio, se procedería con la construcción de la infraestructura de la tienda.

II.2.3. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES

No se considera el uso de obras temporales para la etapa de preparación del sitio. Todas las actividades indirectas al cambio de uso de suelo se realizarán fuera del predio:

- Sanitarios / sanitarios portátiles: se utilizarán aquellos disponibles en la infraestructura aledaña existente.
- Manejo de residuos: no se contempla área de almacén de residuos, todo lo generado dentro del predio se moverá inmediatamente a los centros de acopio más cercanos.
- Resguardo y mantenimiento de equipo y maquinaria: se realizará en los almacenes del proveedor directamente. Dentro del sitio no se harán ningún tipo de actividades.
- Resguardo de combustibles: se realizará en el taller/almacén del proveedor directamente.

II.2.4. CONSTRUCCIÓN

Todas las actividades necesarias para el establecimiento de la tienda y las áreas principales para la operación óptima:

Cimentación de las tiendas

Ejecución de la base estructural mediante excavaciones, plantilla y colado de elementos de cimentación, garantizando la estabilidad y soporte de la edificación.

- **Edificación**

Levantamiento de la estructura principal del inmueble, incluyendo muros, columnas, losas y cubiertas, conforme al diseño arquitectónico y estructural.

- **Construcción de drenajes**

Instalación de la red de drenaje sanitario y pluvial, considerando tuberías, registros y conexiones para el adecuado desalojo de aguas.

- **Instalaciones hidrosanitarias**

Colocación de sistemas de abastecimiento de agua potable y desalojo sanitario, asegurando su correcta distribución y funcionamiento dentro del inmueble.

- **Instalaciones eléctricas**

Implementación de la red eléctrica, incluyendo canalizaciones, cableado, tableros y conexiones necesarias para el suministro de energía.

- **Instalaciones telefónicas**

Instalación de ductos y cableado para servicios de comunicación, permitiendo la conectividad del establecimiento.

- **Instalaciones especiales**

Integración de sistemas complementarios como aire acondicionado, refrigeración, seguridad y protección contra incendios.

- **Acabados**

Aplicación de recubrimientos y terminados en pisos, muros y plafones, proporcionando funcionalidad y condiciones adecuadas para la operación.

- **Colocación de equipo**

Instalación de mobiliario, anaqueles, equipos de refrigeración y demás elementos necesarios para la operación de la tienda.

- **Obras exteriores (pavimentos, áreas verdes)**

Ejecución de trabajos en el entorno del proyecto, incluyendo pavimentación, guarniciones, banquetas y acondicionamiento de áreas verdes.

Durante la etapa de construcción, se tendrá sellamiento del suelo con pavimento y concreto para la gran mayoría de áreas, a excepción de las áreas verdes, las cuales no tendrán sellamiento de suelo.

II.2.5.OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Constituyen las acciones para el desarrollo adecuado y continuo de la oferta de productos y uso de las áreas en condiciones óptimas.

- **Recepción de mercancía e insumos**

Actividad de descarga, revisión y registro de productos e insumos provenientes de proveedores para su ingreso al establecimiento.

- **Almacén**

Resguardo y organización de mercancía en áreas destinadas, asegurando su conservación, control de inventarios y posterior distribución.

- **Preparado y empaque de alimentos**

Acondicionamiento, manejo y empaquetado de productos alimenticios conforme a condiciones de higiene y control sanitario.

- **Piso de ventas**

Exhibición y disposición de productos para su comercialización directa al público, facilitando el acceso y selección por parte de los clientes.

- **Línea de cajas**

Proceso de cobro y registro de mercancías adquiridas, incluyendo manejo de efectivo y medios electrónicos de pago.

- **Mantenimiento a edificio, instalaciones y equipo**

Ejecución de acciones preventivas y correctivas para conservar en óptimas condiciones la infraestructura, sistemas y equipos del establecimiento.

- **Mantenimiento de áreas verdes**

Realización de actividades de cuidado y conservación de la vegetación ornamental, incluyendo riego, poda y reposición de plantas.

II.2.6. OBRAS ADICIONALES

No habrá obras adicionales asociadas al proyecto. Todos los trabajos serán confinados al área de CUSTF indicada en este documento. Es decir, las actividades de preparación del sitio (CUSTF) no requerirán obras asociadas, igualmente, durante la etapa de construcción, operación, mantenimiento y abandono, no se realizarán más obras, únicamente las consideradas en cada apartado.

Pues, finalizado el proceso de construcción y entrada la operación de actividades de la tienda, se espera tener un ambiente de productividad y esparcimiento mediante la compra de los productos y servicios ofertados por la tienda.



Imagen II.16. Ambiente objetivo a generarse por el proyecto BA Ometepec

II.2.7.ABANDONO DEL SITIO

Al finalizar el periodo útil proyectado (50 años), se analizará una posible continuación de las actividades de la tienda, caso contrario, el abandono y restauración del sitio. En cualquier caso, llegado el punto de abandono del proyecto, se restaurará la vegetación forestal nativa para reinstaurar los procesos naturales dentro del predio.

Análisis: el proyecto se renueva o se procede al abandono y restauración del sitio

Evaluación de la continuidad del proyecto al término de su vida útil, considerando su renovación, modernización o, en su caso, el abandono conforme a condiciones operativas, económicas y normativas.

Desmantelamiento y restauración del sitio

Retiro de infraestructura, instalaciones y equipo, seguido de acciones de rehabilitación del área para restablecer, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales del sitio.

En el caso suspuesto de desmantelamiento, las actividades de restauración del sitio se deberán apegar al siguiente programa:

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DEL SITIO EN ETAPA DE ABANDONO

Objetivo

Restablecer las condiciones ambientales del sitio mediante acciones de desmantelamiento, rehabilitación del suelo y revegetación, favoreciendo procesos de sucesión ecológica.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

- **Desmantelamiento de infraestructura**

Retiro total de estructuras, instalaciones y equipo, evitando la permanencia de materiales en el sitio.

- **Limpieza general del área**

Recolección de residuos sólidos remanentes y traslado a sitios autorizados fuera del predio.

- **Nivelación y conformación del terreno**

Regularización de la superficie para favorecer estabilidad e infiltración.

- **Rehabilitación del suelo**

Descompactación mecánica y, en su caso, incorporación de materia orgánica para mejorar condiciones edáficas.

- **Revegetación**

Establecimiento de cobertura vegetal mediante especies nativas o compatibles con la región.

- **Mantenimiento y seguimiento**

Supervisión, reposición de individuos y control de maleza hasta asegurar el establecimiento vegetal.

CRITERIOS DE REVEGETACIÓN Y SUCESIÓN ECOLÓGICA

La revegetación se diseñará bajo un enfoque de **sucesión secundaria inducida**, considerando:

- Establecimiento inicial de especies **herbáceas y arbustivas pioneras**, adaptadas a condiciones de alta radiación y suelos perturbados.
- Incorporación progresiva de especies de **etapas intermedias**, que favorezcan la acumulación de materia orgánica y mejora del microclima.
- Favorecimiento de la regeneración natural mediante la conservación del banco de semillas y dispersión por fauna.
- Generación de cobertura vegetal que reduzca la erosión y permita la evolución natural del ecosistema.

DENSIDADES DE PLANTACIÓN

Para asegurar una cobertura efectiva del sitio, se consideran las siguientes densidades:

- **Especies herbáceas (siembra):** 4–6 kg de semilla por hectárea
- **Especies arbustivas:** 1,000 a 1,600 individuos/ha
- **Especies arbóreas (en caso de incluirse):** 400 a 800 individuos/ha

Se podrá optar por esquemas mixtos, priorizando la rápida cobertura del suelo y la facilitación ecológica entre especies.

DURACIÓN ESTIMADA

6 a 12 meses, considerando establecimiento y seguimiento inicial.

INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

- Retiro total de infraestructura
- Ausencia de residuos
- Cobertura vegetal ≥ 70%
- Supervivencia ≥ 70% de individuos establecidos

TABLA DE COSTOS ESTIMADOS DEL PROGRAMA DE RESTAURACIÓN

Cuadro II.16. Estimación de costos del programa de restauración del sitio

Actividad	Unidad	Costo unitario aproximado (MXN)	Cantidad estimada	Costo total aproximado (MXN)
Desmantelamiento de infraestructura	Lote	$30,000 – $60,000	1	$30,000 – $60,000
Limpieza general del sitio	ha	$8,000 – $15,000	1	$8,000 – $15,000
Nivelación del terreno	ha	$10,000 – $20,000	1	$10,000 – $20,000
Descompactación de suelo	ha	$6,000 – $12,000	1	$6,000 – $12,000
Incorporación de materia orgánica	ha	$8,000 – $18,000	1	$8,000 – $18,000
Revegetación (plantación/siembra)	ha	$15,000 – $35,000	1	$15,000 – $35,000
Mantenimiento y seguimiento	ha/año	$10,000 – $25,000	1	$10,000 – $25,000
TOTAL				**$87,000 – $185,000**

II.2.8. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Cuadro II.17. Manejo de residuos del proyecto

Etapa	Tipo de residuo / emisión	Descripción	Manejo en sitio	Transporte y disposición final
Preparación del sitio	Residuos sólidos urbanos (RSU)	Residuos generados por el personal (orgánicos e inorgánicos)	Separación básica y almacenamiento temporal en contenedores	Recolección mediante servicio municipal o empresa autorizada y disposición en sitio autorizado fuera del predio
Preparación del sitio	Residuos de manejo especial (RME)	Restos vegetales, material producto de despalme	Acopio temporal en áreas definidas	Retiro y disposición conforme a normatividad aplicable en sitios autorizados
Preparación del sitio	Emisiones a la atmósfera	Polvo por desmonte y movimiento de tierra	Humectación de áreas y control de actividades	Dispersión natural; no aplica disposición
Construcción	Residuos sólidos urbanos (RSU)	Residuos del personal y empaques	Separación y almacenamiento en contenedores	Recolección externa y disposición en sitio autorizado
Construcción	Residuos de manejo especial (RME)	Sobrantes de materiales (madera, cartón, plástico, escombro menor)	Acopio temporal controlado	Retiro por empresa autorizada o disposición en sitios autorizados
Construcción	Residuos líquidos sanitarios	Aguas residuales de sanitarios portátiles	Uso de sanitarios portátiles	Recolección y disposición por empresa especializada autorizada
Construcción	Emisiones a la atmósfera	Gases de combustión y polvo por maquinaria	Mantenimiento externo de maquinaria y control de polvo	Dispersión natural; no aplica disposición
Operación	Residuos sólidos urbanos (RSU)	Residuos generados por la actividad comercial y usuarios	Separación y almacenamiento en contenedores	Recolección mediante servicio municipal o concesionado
Operación	Residuos de manejo especial (RME)	Cartón, plásticos y empaques en volumen	Acopio temporal en área designada	Reciclaje o disposición mediante empresas autorizadas
Operación	Aguas residuales	Descargas sanitarias del establecimiento	Conducción mediante red hidrosanitaria	Descarga a red municipal o sistema autorizado
Operación	Emisiones a la atmósfera	Emisiones por tránsito vehicular	No aplica manejo en sitio	Dispersión natural
Todas las etapas	Residuos peligrosos	No se generan en el sitio	No aplica	No aplica

II.2.9. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

De acuerdo con el cuadro anterior, durante la etapa de preparación del sitio no habrá necesidad adicional de infraestructura para el manejo y disposición de residuos a generarse en el área del proyecto.

Cuadro II.18. Infraestructura necesaria

Etapa	Tipo de residuo / emisión	Descripción	Transporte y disposición final	Infraestructura necesaria
Preparación del sitio	Residuos sólidos urbanos (RSU)	Residuos generados por el personal (orgánicos e inorgánicos)	Recolección mediante servicio municipal o empresa autorizada y disposición en sitio autorizado fuera del predio	Servicio municipal de recolección de basura existente en Ometepec. Alternativa: disposición de residuos directamente a los contenedores de basura ubicados en la zona centro de la localidad.
Preparación del sitio	Residuos de manejo especial (RME)	Restos vegetales, material producto de despalme	Retiro y disposición conforme a normatividad aplicable en sitios autorizados	El producto maderable producto del despalme será distribuido gratuitamente a los pobladores locales para uso doméstico como leña.
Preparación del sitio	Emisiones a la atmósfera	Polvo por desmonte y movimiento de tierra	Dispersión natural; no aplica disposición	No aplica.

Nota: Se presenta en el ANEXO 14. CARTOGRAFÍA POR CAPÍTULO con todos los planos utilizados en el capítulo.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

ÍNDICE GENERAL

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 1
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 1
III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE GUERRERO 6
III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 7
III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S) 7
III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 10
III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES 14
III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 14
III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE GUERRERO (2022-2027) 17
III.3.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE OMETEPEC (2022-2027). 17
III.3.4 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, OMETEPEC, GUERRERO (PMDU). 18
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S) 20
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 22
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 24-01-2024 22
III.5.2 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) (ULTIMA REFORMA DOF-01-04-2024). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS) (DOF 20-11-2025). 24
III.5.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 19-01-2026) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 21-05-2014) 27
III.5.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 16-07-2025) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (RLGVS) (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 109-05-2014). 29
III.5.5 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES. 29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 139. 3
Cuadro III.2. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el Área del proyecto. 3
Cuadro III.3. Plan Nacional de Desarrollo (Fecha de Publicación: 15 de abril de 2025). 14
Cuadro III.4. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Guerrero (2022-2027). 17
Cuadro III.5. Vinculación del Proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027). 18
Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría del Trabajo aplicables al proyecto 21
Cuadro III.7. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto. 24
Cuadro III.8. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. 24
Cuadro III.9. Ley General del equilibrio y la protección al ambiente (LGEEPA) y su Reglamento. 27
Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento. 29

Cuadro III.11. Especies de flora listadas en la CITES. 31
Cuadro III.12. Especies de fauna listadas en la CITES. 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del Área del proyecto en la Región Ecológica 18.34 definidas en el POEGT (regional). 2
Figura III.2. Ubicación del área del Proyecto en las UAB 139 definida en el POEGT. 2
Figura III.3. Captura del Portal Ordenamientos Ecológicos Expedidos de la SEMARNAT. Fuente: SEMARNAT. 7
Figura III.4. Ubicación del AP respecto a las ANP's de carácter Federal más cercanas. 8
Figura III.5. Ubicación del AP respecto a las ANP's de carácter Estatal más cercanas 9
Figura III.6. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto. 10
Figura III.7. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto 11
Figura III.8. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto 12
Figura III.9. Ubicación del AP respecto a las ADVC´S. 13
Figura III.10. Ubicación de los sitios Ramsar 30
Figura III.11. Corredor biológico cercano al área del proyecto 32

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Es importante realizar la vinculación con las diferentes disposiciones ambientales para cumplir técnica y ambientalmente dentro de los mismos. Asimismo, el presente proyecto debe estar sujeto a los diferentes lineamientos de cada plan u ordenamiento con validez oficial, el cual se encuentre dentro de los límites permisibles de uso del suelo.

La finalidad de la vinculación, es establecer la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área sobre el cambio de uso de suelo, lo que permitirá definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental del proyecto.

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL 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 al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). 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 (SEMARNAT, 2014). De acuerdo al ROE, el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando área de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras cosas, promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF) así como 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; así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF. En este sentido, el Ordenamiento Ecológico es una alternativa para la planeación de los asentamientos humanos, el desarrollo sustentable, las actividades productivas; así como del progreso de la sociedad, no perdiendo valor a la protección del ambiente.

El ordenamiento del territorio se considera como una política de Estado y un instrumento de planificación en donde se fijan estrategias dirigidas a las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB`s). ***El presente proyecto se ubica en el municipio de Ometepec, en el Estado de Guerrero y se encuentra en la Región 18.34 y en la Unidad Ambiental Biofísica 139.***

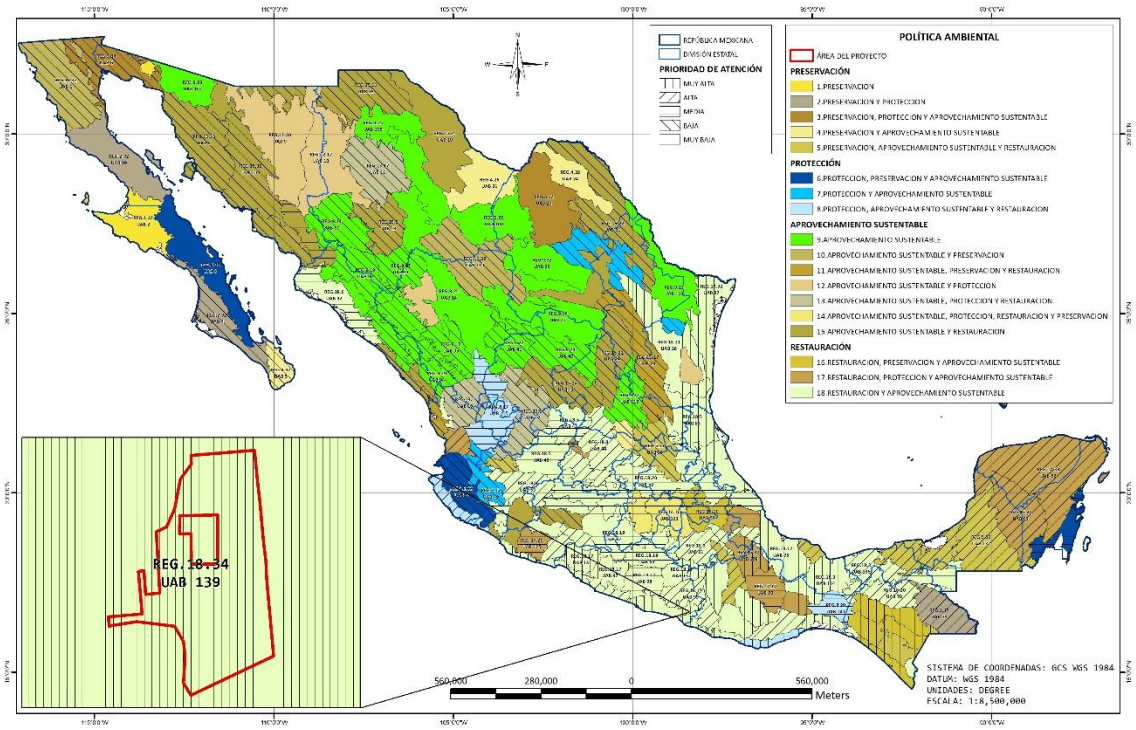


Figura III.1. Ubicación del Área del proyecto en la Región Ecológica 18.34 definidas en el POEGT (regional).

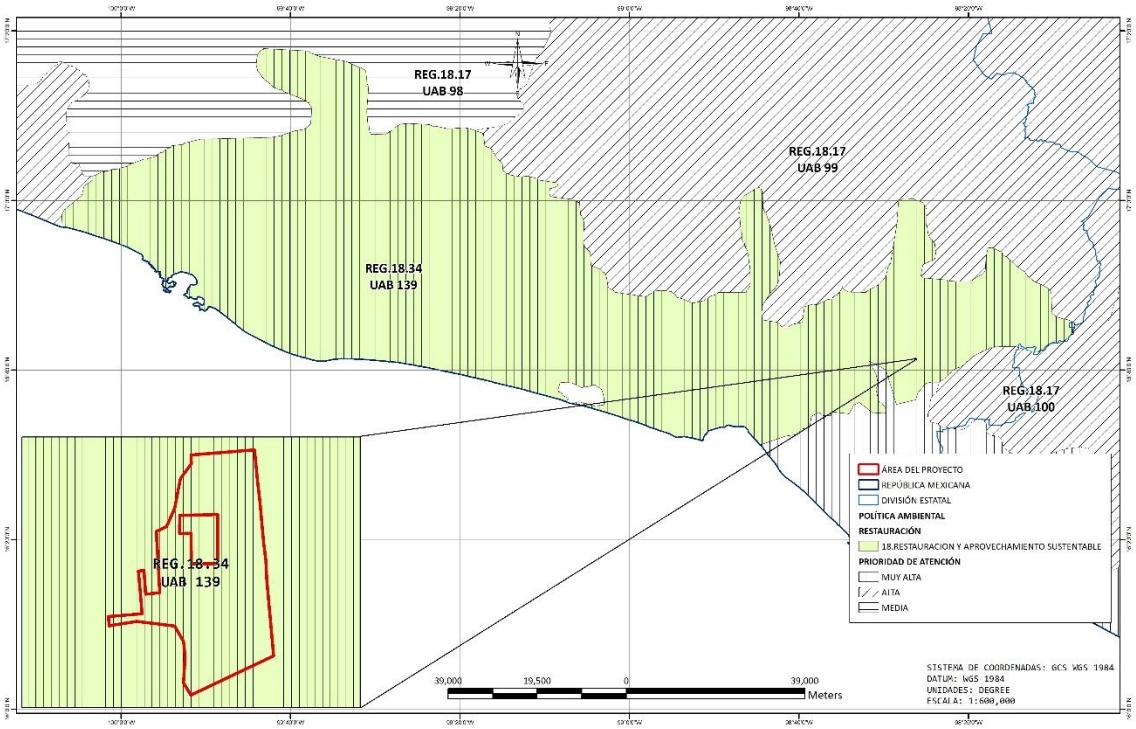


Figura III.2. Ubicación del área del Proyecto en las UAB 139 definida en el POEGT.

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 139.

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.34	
Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 139. Costas del Sur del Sureste de Guerrero.	
Localización	Costa de Guerrero, al sur sureste del Puerto de Acapulco
Superficie en km²	7,381.5 km²
Población total:	1,163,716 hab.
Población indígena:	Montaña de Guerrero
Escenario al 2033:	Crítico
Política ambiental:	Restauración y aprovechamiento sustentable
Prioridad de Atención:	Muy alta
Rectores del desarrollo	Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Forestal-Ganadería
Asociados del desarrollo	Agricultura-Minería-Poblacional
Otros sectores de interés	CFE - SCT
Estrategias sectoriales	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41

Estado actual del medio ambiente 2008: Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a alta. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km²): Alta. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 9.4. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Las estrategias de las UAB se dividen en tres grupos: Grupo I) Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio; Grupo II) Dirigidas al mejoramiento del sistema social e Infraestructura urbana y Grupo III) Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Considerando esto, se puede hacer la vinculación con los objetivos y actividades del proyecto, mostrándolo en una lista como se presenta a continuación:

Cuadro III.2. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el Área del proyecto.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar aprovechamiento de ecosistemas, especies y recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar aprovechamiento del suelo con fines agrícolas.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar cultivos agrícolas.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizará el aprovechamiento de recursos forestales, sin embargo, durante las actividades de cambio de uso de suelo se contarán con medidas de mitigación, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.
8. Valoración de los servicios ambientales.	En el documento en cuestión (MIA), capítulo VII se describen los pronósticos ambientales y su mitigación y/o compensación. En cumplimiento con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar aprovechamiento de ecosistemas, especies y recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar aprovechamiento del suelo con fines agrícolas.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar cultivos agrícolas.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizará el aprovechamiento de recursos forestales, sin embargo, durante las actividades de cambio de uso de suelo se contarán con medidas de mitigación, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.
8. Valoración de los servicios ambientales.	En el documento en cuestión (MIA), capítulo VII se describen los pronósticos ambientales y su mitigación y/o compensación. En cumplimiento con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.
C) Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas.	De manera concordante con lo señalado en la normatividad aplicable, durante la ejecución de la obra se contempla realizar acciones de protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, por lo que, una vez realizadas las acciones de seguimiento correspondientes y en su caso, ejecutadas las medidas de corrección aplicables, se logrará alcanzar la sustentabilidad ambiental en torno al ecosistema en que pretende desarrollarse.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se hará uso de agroquímicos
D) Restauración	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar actividades agrícolas donde pueda aplicar agroquímicos y/o biofertilizantes.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no requiere del uso de productos realizados por el Servicio Geológico.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar aprovechamiento del suelo con fines mineros.
19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como objetivo la diversificación de las fuentes de energía.
20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como objetivo la mitigación del incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero ni de reducir los efectos del Cambio Climático.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como objetivo el fomento del turismo.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como objetivo el fomento del turismo.
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como objetivo el fomento del turismo.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	
24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como la mejora de vivienda ni el entorno.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	
25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que la ejecución del proyecto no tiene como objetivo la prevención de contingencias ni de zonas de riesgo.
C) Agua y Saneamiento	
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto, dado que el proyecto no contempla incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	
30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	No es atribución del promovente el construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población.
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Si bien no corresponde al promovente la atribución de generar o impulsar las condiciones para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, el proyecto contribuirá al crecimiento económico regional mediante la generación de empleos. Asimismo, se encuentra alineado con los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes, garantizando su compatibilidad con la planeación urbana y ambiental establecida.
E) 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.	Si bien la planeación y ejecución de programas de optimización de recursos públicos para el desarrollo rural -particularmente aquellos orientados a mejorar el acceso a servicios básicos y reducir índices de pobreza- no forman parte de las atribuciones del promovente, es importante señalar que el presente proyecto contempla entre sus beneficios colaterales la generación de empleos temporales que contribuirán al dinamismo económico de la zona.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	En el marco de la presente estrategia, se reconoce que el proyecto no incorpora componentes específicos para la integración de localidades rurales con grados de alta y muy alta marginación a los circuitos de desarrollo nacional. No obstante, su implementación generará externalidades positivas mediante: 1. La activación de cadenas productivas locales 2. La transferencia indirecta de capacidades técnicas 3. La mejora en infraestructura básica conexa
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto, dado que su objetivo no contempla las acciones de mejora de la seguridad social en la población rural.
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	Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto, dado que su objetivo no se desarrollará dentro del sector agroalimentario ni el aprovechamiento integral de la biomasa.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Esta estrategia no se vincula directamente, dado que no es su objetivo la integración de mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico - productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Si bien no corresponde al promovente la atribución de generar o impulsar las condiciones para el desarrollo de las capacidades básicas de las personas en condición de pobreza, el proyecto contribuirá al crecimiento económico regional mediante la generación de empleos. Asimismo, se encuentra alineado con los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes, garantizando su compatibilidad con la planeación urbana y ambiental establecida.
40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, 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.	Esta estrategia no se vincula con el proyecto, dado que no es objetivo del mismo el atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Esta estrategia no se vincula con el proyecto, dado que no es objetivo del mismo el procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se cuenta con la documentación para acreditar la propiedad del predio donde se desarrollará el proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto no contempla la integración, modernización o mejora al acceso al catastro rural y a la información para impulsar los proyectos.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto se apega a los ordenamientos territoriales expedidos y vigentes.

III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE GUERRERO

En el estado de Guerrero se tiene un Programa de Ordenamiento Ecológico, de acuerdo con el portal oficial de la SEMARNAT, sin embargo, corresponde al territorio del Municipio de Acapulco.



Ordenamientos Ecológicos Expedidos

Puede realizar una búsqueda escribiendo texto en los espacios en blanco, para hacer una nueva búsqueda presione "Limpiar Filtros"
Limpiar Filtros

(1) Con estrategias y criterios de mitigación o adaptación al Cambio Climático

(2) Bitácoras Ambientales

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento (2)	Cambio Climático (1)
Guerrero				
Guerrero	Programa de Ordenamiento Ecológico Local Participativo del Territorio del Municipio de Acapulco de Juárez	G. M. 16/May/2024	Programa de Ordenamiento Ecológico Local Participativo del Territorio del Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero; POEL-Acapulco	Si

Figura III.3. Captura del Portal Ordenamientos Ecológicos Expedidos de la SEMARNAT. Fuente: SEMARNAT.

Por lo tanto, el Estado y el Municipio no presentan algún programa de ordenamiento territorial vigente.

III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP´s) constituyen el instrumento fundamental en la conservación de la biodiversidad de los bienes y servicios ecológicos. Representan la posibilidad de reconciliar la integridad de los ecosistemas que no reconocen fronteras político administrativas.

Son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, además están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S)

En consideración al presente apartado, se realizó la revisión cartográfica y bibliográfica de aquellas Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal y estatal en los cuales se pudiera encontrar el proyecto; en consecuencia, se identificó que la superficie donde se efectuará el proyecto, no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), por lo tanto, las actividades que conlleva el desarrollo del proyecto, no representan ningún inconveniente para su realización.

De acuerdo a la revisión, las ANP's de carácter federal más cercanas al área de AP son: *"**Playa de Tierra Colorada"*** a 37.19 km, ***"Pacífico Mexicano Profundo"*** a 75.36 km, ***"Lagunas de Chacahua"*** a 101.57

km, ***"Boquerón de Tonalá"*** a 115.31 km, ***"General Juan Álvarez"*** a 121.03 km, ***"El Veladero"*** a 149.20 km y ***"Tehuacán – Cuicatlán"*** a 164.77 km.

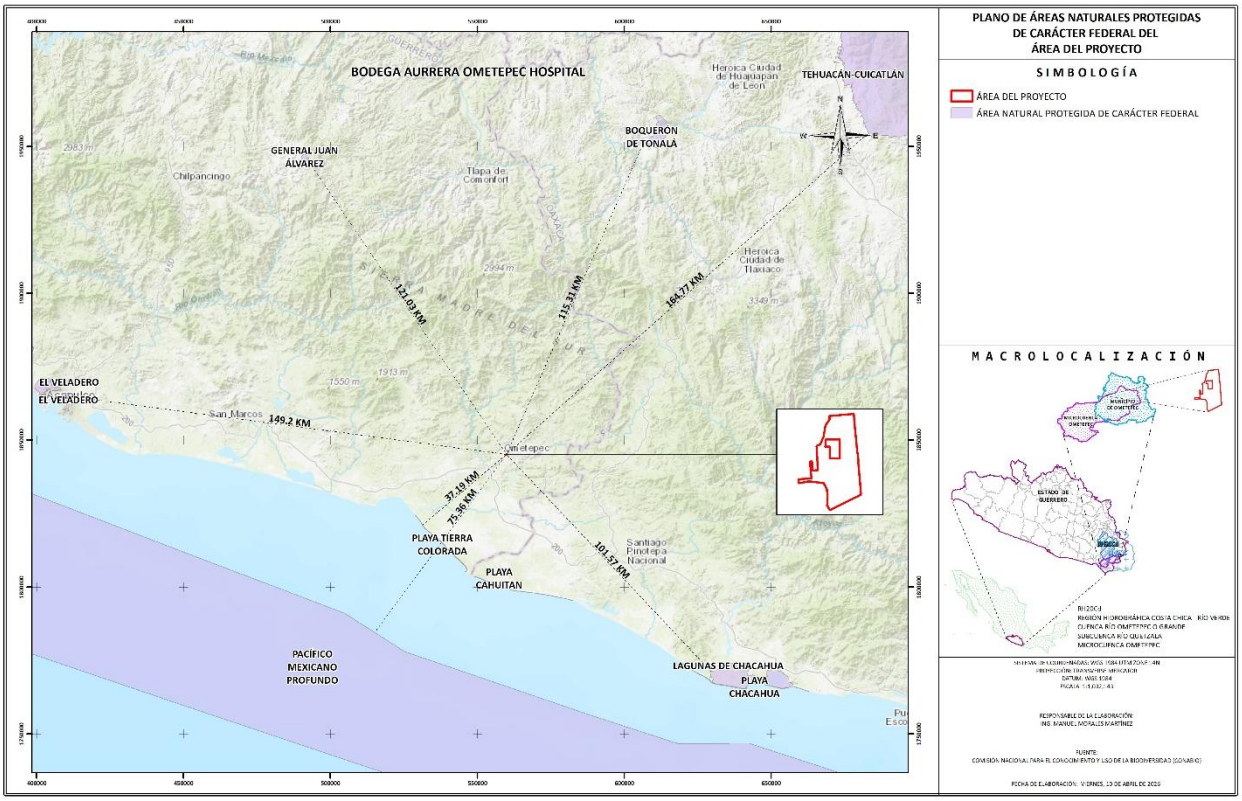


Figura III.4. Ubicación del AP respecto a las ANP's de carácter Federal más cercanas.

A) Áreas Naturales Protegidas a nivel Estatal.

De acuerdo a la revisión bibliográfica, sabemos que la superficie de AP no se encuentra dentro de ninguna ANP de carácter estatal, las más cercanas son: ***"Zona de Reserva Ecológica El Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón"*** a 185.49 km, ***"Los Olivos"*** a 142.79 km, ***"Bicentenario"*** a 151.24 km, ***"Cerro Ta-Mee"*** a 198.58 km y, ***"El Nanchal"*** a 153.16 km.

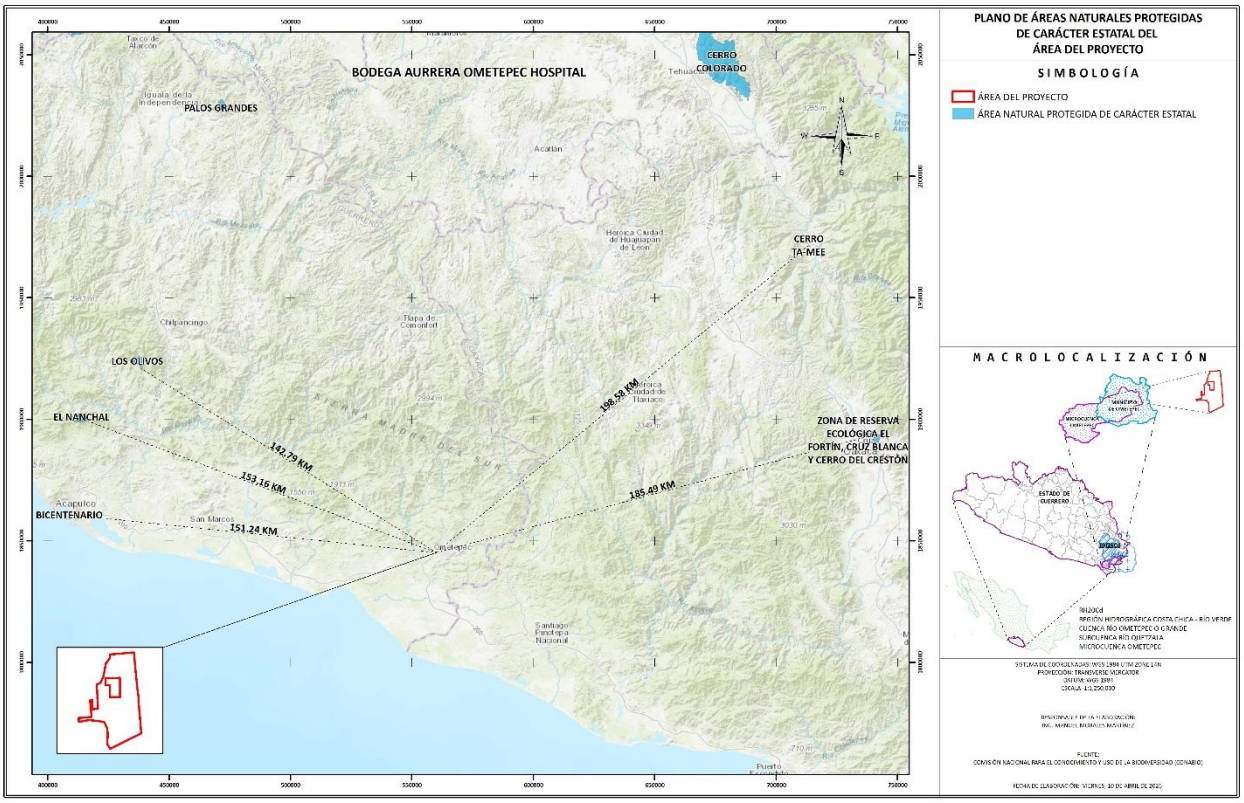


Figura III.5. Ubicación del AP respecto a las ANP's de carácter Estatal más cercanas

III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

B) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Las RHP´s son áreas que se caracterizan por su biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las mismas, en las que se establece un marco de referencia que puede ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de la investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

El proyecto se encuentra inmerso dentro de la RHP Cuenca alta del Río Ometepec.

A continuación, se presenta la ubicación del Área del proyecto con respecto a la RHP.

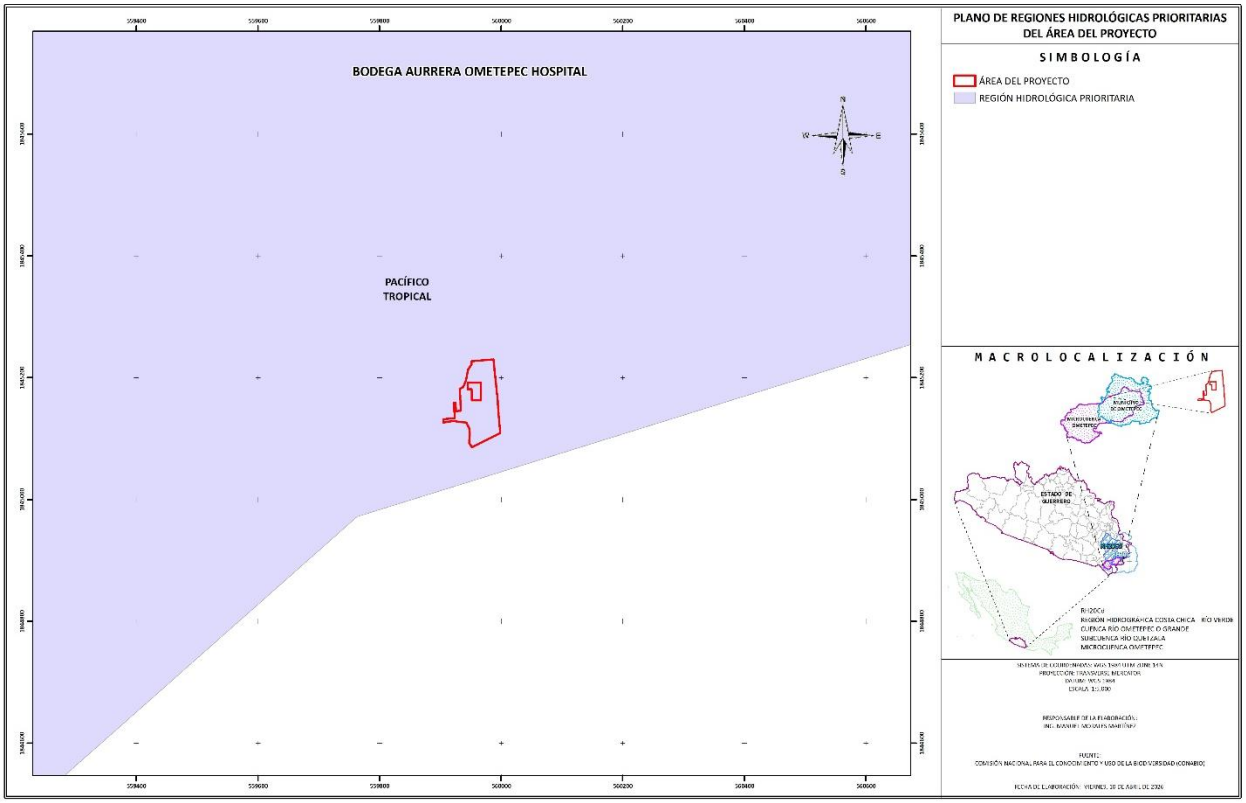


Figura III.6. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

C) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

De acuerdo a CONABIO 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, una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

Debe tenerse en cuenta que las regiones identificadas por los expertos tienen por sí mismas la calidad de prioritarias, ya que representan la propuesta de la comunidad académica nacional sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y de uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

La superficie del proyecto no se encuentra localizada dentro de ninguna RTP, la más cercana es: ***"Sierras Triqui-Mixteca"*** a 46.58 km.

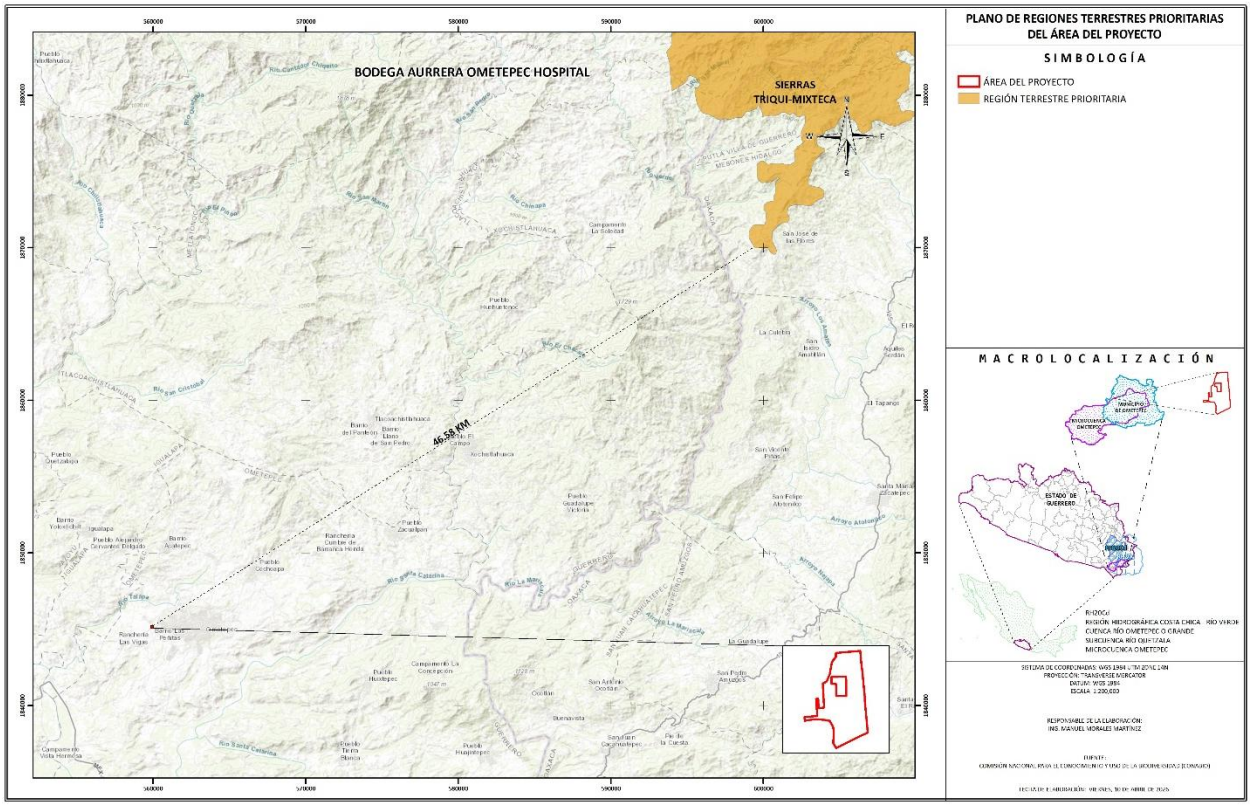


Figura III.7. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto

D) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs´)

Las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA´s) son el eje rector de NABCI en México. Existen 229 AICA´s en todos los estados de la República que contemplan todos los tipos de hábitat's, todas las especies amenazadas y todas las especies endémicas:

El área donde se pretende desarrollar el proyecto, no se encuentra dentro de ninguna Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA's), las más cercanas son: ***"Tlaxiaco"*** a 83.77 km, ***"Lagunas costeras de Guerrero"*** a 65.73 km, ***"Acahuizotla-agua del obispo"*** a 106.30 km y ***"Laguna de Chacahua – Pastoria"*** a 104.32 km.

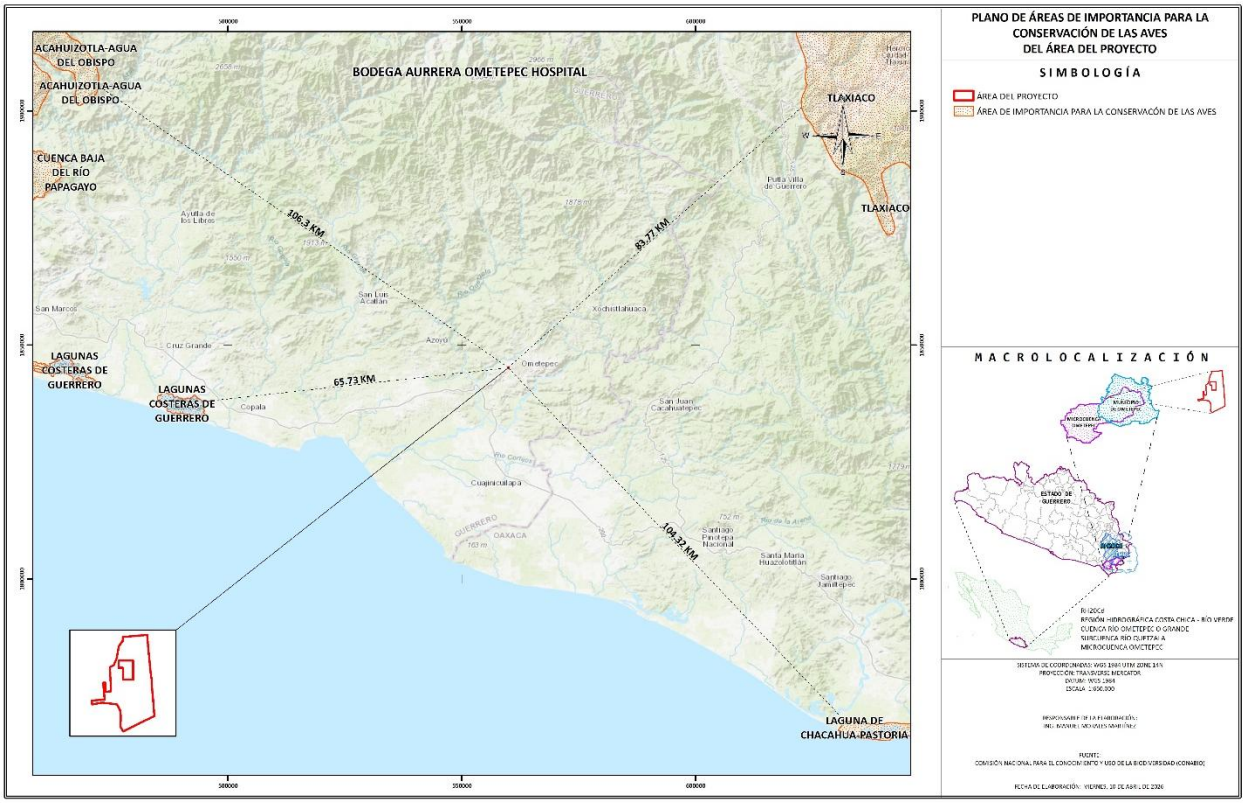


Figura III.8. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto

E) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, las más cercanas son: ***"El Zapote (Ejido Huixtepec)"*** a 10.96 km, ***"Toncano (Ejido Huixtepec)"*** a 11.79 km, ***"El Pantano 2 (Ejido Huixtepec)"*** a 11.81 km, ***"Cerro del Naranjo (Ejido Huixtepec)"*** 11.92 km, ***"El Pantano (Ejido Huixtepec)"*** a 12.07 km, ***"Cerro del Naranjo 2 (Ejido Huixtepec)"*** a 12.30 km.

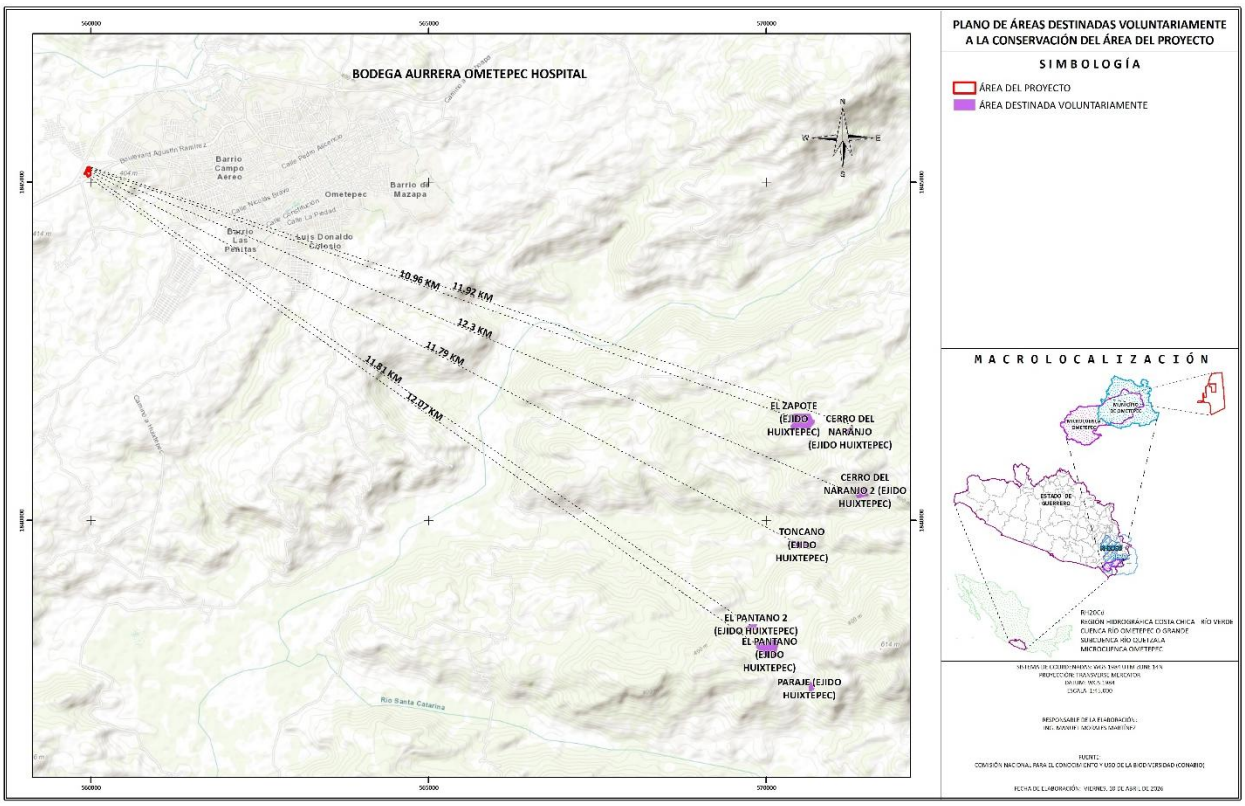


Figura III.9. Ubicación del AP respecto a las ADVC´S.

III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (DOF, 2025[1]), es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad.

Cuadro III.3. Plan Nacional de Desarrollo (Fecha de Publicación: 15 de abril de 2025).

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2025-2030)	
Estrategia	**Vinculación**
Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.	
Estrategia 4.3.1 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.	Toda la maquinaria y equipo utilizado durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto contará con mantenimiento preventivo y correctivo periódico, a fin de optimizar su eficiencia operativa y minimizar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes atmosféricos, en cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de emisiones de fuentes móviles. La implementación del programa de plantación con especies nativas contribuirá a la mitigación de gases de efecto invernadero mediante el establecimiento de nuevos sumideros de carbono, que capturarán y almacenarán CO_2 atmosférico a lo largo del desarrollo de la vegetación, compensando las emisiones generadas durante las distintas etapas del proyecto.
Estrategia 4.3.2 Implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en derechos humanos, igualdad y justicia ambiental para fortalecer la resiliencia de la sociedad y los ecosistemas	El proyecto contempla acciones como: ✓ Programa de plantación con especies nativas para establecer nuevos sumideros de carbono ✓ Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre ✓ Programa de vigilancia ambiental ✓ Mantenimiento periódico de maquinaria para reducir emisiones de gases de efecto invernadero
Estrategia 4.3.3 Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente.	El proyecto contempla medidas alineadas con dicha estrategia, tales como: Gestión integral de residuos: Separación y disposición adecuada de los residuos generados durante la construcción y operación, facilitando su reciclaje y valorización. Eficiencia operativa: Mantenimiento periódico de maquinaria para optimizar el consumo de combustible y reducir emisiones contaminantes.
Estrategia 4.3.4 Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	En las etapas de desarrollo del proyecto, se tienen presente las medidas de prevención, mitigación y/o compensación en materia de impacto ambiental, de igual manera se considera el manejo adecuado de los residuos que se puedan generar en las distintas etapas.
Estrategia 4.3.5 Desarrollar e implementar Programas Integrales de Prevención y Control de la Contaminación del Aire en ciudades y zonas metropolitanas con alta contaminación atmosférica para mejorar la calidad del aire y la salud pública**.**	Toda la maquinaria y equipo utilizado durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo periódico, a fin de optimizar su eficiencia operativa y minimizar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes atmosféricos, en cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de emisiones de fuentes móviles. La implementación del programa de plantación con especies nativas contribuirá a la mitigación de gases de efecto invernadero mediante el establecimiento de nuevos sumideros de carbono, que capturarán y almacenarán CO_2 atmosférico a lo largo del desarrollo de la vegetación, compensando las emisiones generadas durante las distintas etapas del proyecto.

[1] Diario Oficial de la Federación. 2025. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. En: https://www.dof.gob.mx/2025/PRESREP/PND%202025-2030.pdf

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2025-2030)	
Estrategia	**Vinculación**
Estrategia 4.3.6 Fomentar esquemas de certificación y reconocimiento que incentiven el cumplimiento normativo y la autorregulación en los distintos sectores productivos.	No se vincula, el proyecto no contempla el fomentar esquemas de certificación y reconocimiento que incentiven el cumplimiento normativo y la autorregulación en los distintos sectores productivos.
Estrategia 4.3.7 Promover mecanismos de mitigación de daños ambientales y a la salud mediante un marco normativo que regule la gestión de sustancias químicas y la creación de infraestructura.	**El proyecto contempla medidas de mitigación durante el cambio de uso de suelo:** •Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (con presencia o sin presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III). •Plantación con especies nativas •Rescate de flora silvestre ((con presencia o sin presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III). •Rescate de materia orgánico (suelo fértil). •Instalación de sanitarios portátiles, carteles restrictivos, contendores para deposición de residuos sólidos urbanos. •Generación de terrazas individuales.
Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	
Estrategia 4.5.1 Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.	Como parte de las medidas de mitigación el proyecto contempla la implementación de tres programas ambientales clave: Programa de Rescate y Reubicación de Flora: para la preservación de especies vegetales del área de influencia Programa de Rescate de Suelo Orgánico: para la conservación y aprovechamiento sustentable del recurso edáfico. Programa de Plantación: para la restauración ecológica en áreas designadas"
Estrategia 4.5.2 Fortalecer y ampliar la protección de los ecosistemas naturales mediante la consolidación y gestión efectiva de áreas naturales protegidas y otros esquemas de conservación, con especial atención a territorios indígenas.	No se vincula, el proyecto no contempla fortalecer y ampliar la protección de los ecosistemas naturales mediante la consolidación y gestión efectiva de áreas naturales protegidas y otros esquemas de conservación, con especial atención a territorios indígenas.
Estrategia 4.5.3 Fomentar actividades productivas sustentables en los ecosistemas naturales para aumentar la productividad forestal, proteger la biodiversidad y mejorar los medios de vida de las comunidades.	El proyecto contempla medidas de mitigación y composición ambientales sin embargo no pretende aumentar la productividad forestal.
Estrategia 4.5.4 Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente	El proyecto contempla la implementación de una plantación con especies nativas, así como el rescate y reubicación de flora silvestre.
Estrategia 4.5.5 Frenar la degradación de las zonas costeras y marinas mediante programas de conservación, manejo sustentable y restauración, abordando los impactos antropogénicos en cuencas costeras y ecosistemas marinos.	No se vincula, el proyecto no contempla frenar la degradación de las zonas costeras y marinas.
Estrategia 4.5.6 Fortalecer el ordenamiento ecológico y otros instrumentos de ordenamiento del territorio como medio de planeación que regule el uso del suelo de acuerdo con sus características inherentes.	De acuerdo con los ordenamientos territoriales vigentes: • **Ordenamiento municipal de desarrollo urbano:** La zonificación municipal establece este sector como destinado a usos industriales. En consecuencia, no se identifican riesgos documentados en esta ubicación.
Estrategia 4.5.7 Reforzar la inspección y vigilancia para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y restricciones no arancelarias en los movimientos transfronterizos de mercancías reguladas.	No se vincula, el proyecto no contempla reforzar la inspección y vigilancia para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y restricciones no arancelarias en los movimientos transfronterizos de mercancías reguladas.
Estrategia 4.5.8 Armonizar e integrar los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico en la planificación	De acuerdo con los ordenamientos territoriales vigentes: • **Ordenamiento municipal:** La zonificación municipal establece este sector como destinado a usos industriales.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2025-2030)	
Estrategia	**Vinculación**
territorial, para gestionar de manera sustentable la expansión de las fronteras agrícola y urbana.	En consecuencia, no se identifican riesgos documentados en esta ubicación. No contempla gestionar de manera sustentable la expansión de las fronteras agrícola y urbana
Estrategia 4.5.9 Desarrollar instrumentos de planificación territorial con enfoques transversales de conservación ecológica, que mitiguen el impacto ambiental y la pérdida de biodiversidad derivados de las actividades productivas, la expansión de infraestructura y el crecimiento de los asentamientos humanos.	No contempla desarrollar instrumentos de planificación territorial con enfoques transversales de conservación ecológica, sin embargo, el proyecto se apega a los ordenamientos vigentes.
Estrategia 4.5.10 Fomentar la conservación de la propiedad social en ejidos y comunidades agrarias con alto valor ecológico, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad.	No contempla fomentar la conservación de la propiedad social en ejidos y comunidades agrarias.
Objetivo 4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.	
Estrategia 4.6.1 Garantizar el acceso asequible y equitativo al agua potable y su saneamiento mediante inversión en infraestructura y fomento del reúso, con prioridad en regiones con mayor vulnerabilidad climática o impacto por actividad humana.	No se vincula el proyecto no contempla, garantizar el acceso asequible y equitativo al agua potable
Estrategia 4.6.2 Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.	Se contemplan medidas de mitigación para el recurso hídrico como, uso de sanitarios portátiles, para la no contaminación del recurso agua.
Estrategia 4.6.3 Modernizar y expandir la infraestructura de recolección, distribución y tratamiento de aguas residuales, municipales e industriales para mejorar su calidad y promover su reúso sustentable.	No se vincula el proyecto no contempla, Modernizar y expandir la infraestructura de recolección, distribución y tratamiento de aguas residuales, municipales e industriales, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para el recurso hídrico.
Estrategia 4.6.4 Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad.	Se contará con sanitarios portátiles para llevar a cabo una disposición adecuada e integral de las aguas residuales
Estrategia 4.6.5 Desarrollar métodos y tecnologías para la restauración de las cuencas más contaminadas del país, adaptables y replicables en otras regiones afectadas	No se vincula el proyecto no contempla desarrollar métodos y tecnologías para la restauración de las cuencas más contaminadas del país.
Estrategia 4.6.6 Ampliar los mecanismos de sanción y resarcimiento de aquellas prácticas que afecten la disponibilidad o la calidad del agua	No se vincula el proyecto no contempla ampliar los mecanismos de sanción y resarcimiento de aquellas prácticas que afecten la disponibilidad o la calidad del agua.
Estrategia 4.6.7 Promover la gestión integrada de cuencas y acuíferos en proyectos de infraestructura, desarrollo urbano y ordenamiento territorial, para garantizar la sustentabilidad hídrica y reducir las desigualdades regionales en el acceso al agua.	El proyecto no contempla la gestión integrada de cuencas o acuíferos para reducir las desigualdades regionales en el acceso al agua.
Estrategia 4.6.8 Fomentar la conservación de la propiedad social de ejidos y núcleos agrarios que protegen y regulan los recursos hídricos, asegurando su uso sustentable y su función en la preservación del ciclo hidrológico.	El proyecto no contempla fomentar la conservación de la propiedad social de ejidos y núcleos agrarios que protegen y regulan los recursos hídricos.
Estrategia 4.6.9 Diseñar mecanismos de reconocimiento legal y fortalecimiento de los sistemas comunitarios de agua y saneamiento.	El proyecto no contempla Diseñar mecanismos de reconocimiento legal y fortalecimiento de los sistemas comunitarios de agua y saneamiento.

III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE GUERRERO (2022-2027).

El Plan Estatal de Desarrollo (2022-2027[2]) de Guerro establece una propuesta de gobierno compuesta de seis ejes; tres temáticos y tres transversales, con la claridad de las prioridades del pueblo de Guerrero, se describen a continuación:

Ejes temáticos:

1. Bienestar, Desarrollo Humano y Justicia Social.
2. Desarrollo Económico Sostenible.
3. Estado de Derecho, Gobernabilidad y Gobernanza Democrática.

Ejes transversales:

A. Integridad, Transparencia, Rendición de Cuentas y Combate a la Corrupción
B. Igualdad de Género e Inclusión Social
C. Austeridad y Administración Pública Responsable

A continuación, se integra la vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Guerrero (2022-2027).

Cuadro III.4. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Guerrero (2022-2027).

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2021 – 2027 del Estado de Guerro	
Objetivos	**VINCULACIÓN AL PROYECTO**
2.1. Fortalecer el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano en el estado	El proyecto se apega a la política ambiental de la zona de acuerdo al programa municipal de desarrollo urbano de Ometepec.
2.5 Garantizar la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para mejorar la calidad de vida de los guerrerenses, mitigando los impactos ambientales derivados de las principales actividades productivas y de desarrollo que generen afectaciones al medio ambiente y a la biodiversidad. **2.6.1.** Eficientizar el procedimiento de evaluación y regulación en materia de impacto ambiental. **2.6.1.2.** Reducir el impacto ambiental negativo generado por obras o actividades de desarrollo.	**El proyecto contempla medidas de mitigación durante el cambio de uso de suelo:** •Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (con presencia o sin presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III). •Plantación con especies nativas •Rescate de flora silvestre ((con presencia o sin presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III). •Rescate de materia orgánico (suelo fértil). •Instalación de sanitarios portátiles, carteles restrictivos, contendores para deposición de residuos sólidos urbanos. •Generación de terrazas individuales. Toda la maquinaria y equipo utilizado durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo periódico, a fin de optimizar su eficiencia operativa y minimizar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes atmosféricos, en cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de emisiones de fuentes móviles.

III.3.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE OMETEPEC (2022-2027).

El Plan Municipal de Desarrollo de Ometepec (2024-2027[3]) es el instrumento rector que define la visión, objetivos y estrategias para consolidar un municipio más próspero, equitativo y sustentable.

[2] Poder legislativo del Estado de Guerrero. 2022. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guerrero (2022-2027). En: https://congresogro.gob.mx/63/sesiones/decretos/2022-05-19-181-2-per-ord-57810.pdf

[3] Gobierno municipal Ometepec, Guerrero (2024-2027). Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027). En: https://congresogro.gob.mx/63/ayuntamientos/plan-municipal/plan-trabajo-ometepec-2024-2027.pdf

Construido a partir del diálogo con la ciudadanía y el análisis de las principales problemáticas que enfrenta el municipio, este Plan establece un marco de acción claro y coordinado para orientar el trabajo del gobierno municipal en beneficio de todas y todos los ometepequenses.

Cuadro III.5. Vinculación del Proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo (2024-2027).

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2024 – 2027 del Estado de Guerro	
Objetivos	**Vinculación**
Eje 4 Desarrollo Urbano-Rural Sostenible y Resiliente **Objetivo General** Promover el desarrollo territorial sostenible y equilibrado, mediante la planificación estratégica participativa, la protección ambiental, la mejora de la infraestructura y los servicios públicos, para garantizar el bienestar de la población actual y la preservación de los recursos naturales. **Objetivo 4.4.** Mejorar la infraestructura de drenaje sanitario para prevenir la contaminación del suelo y las fuentes de agua con la exposición a aguas residuales no tratadas. **Objetivo 4.7.** Mejorar el servicio de recolección y traslado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el municipio de Ometepec.	De acuerdo con el ordenamiento municipal de desarrollo urbano, la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto está destinada a usos industriales; en consecuencia, no se identifican riesgos documentados en dicha ubicación. Asimismo, se instalarán contenedores para la separación de residuos sólidos urbanos, a fin de garantizar su disposición correcta e integral.

III.3.4 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, OMETEPEC, GUERRERO (PMDU).

Relacionado directamente con la ubicación del predio, la información disponible en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, de Ometepec, Guerrero (PMDU, 2025[4]), de acuerdo al Modelo de ordenamiento territorial, se nos indica que el área en donde se desarrolla el predio está clasificada como: **Aprovechamiento sustentable/Mejoramiento** y **Consolidación/Conservación/Histórico natural/Densificación/Fomento,** reconociéndola como una superficie urbanizable.

[4] Gobierno del estado de Guerrero. Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras públicas y Ordenamiento Territorial. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ometepec (Consulta pública). Sitio web consultado en https://bitacoraterritorial.guerrero.gob.mx/municipal/ometepec/ el día 17/09/2025.

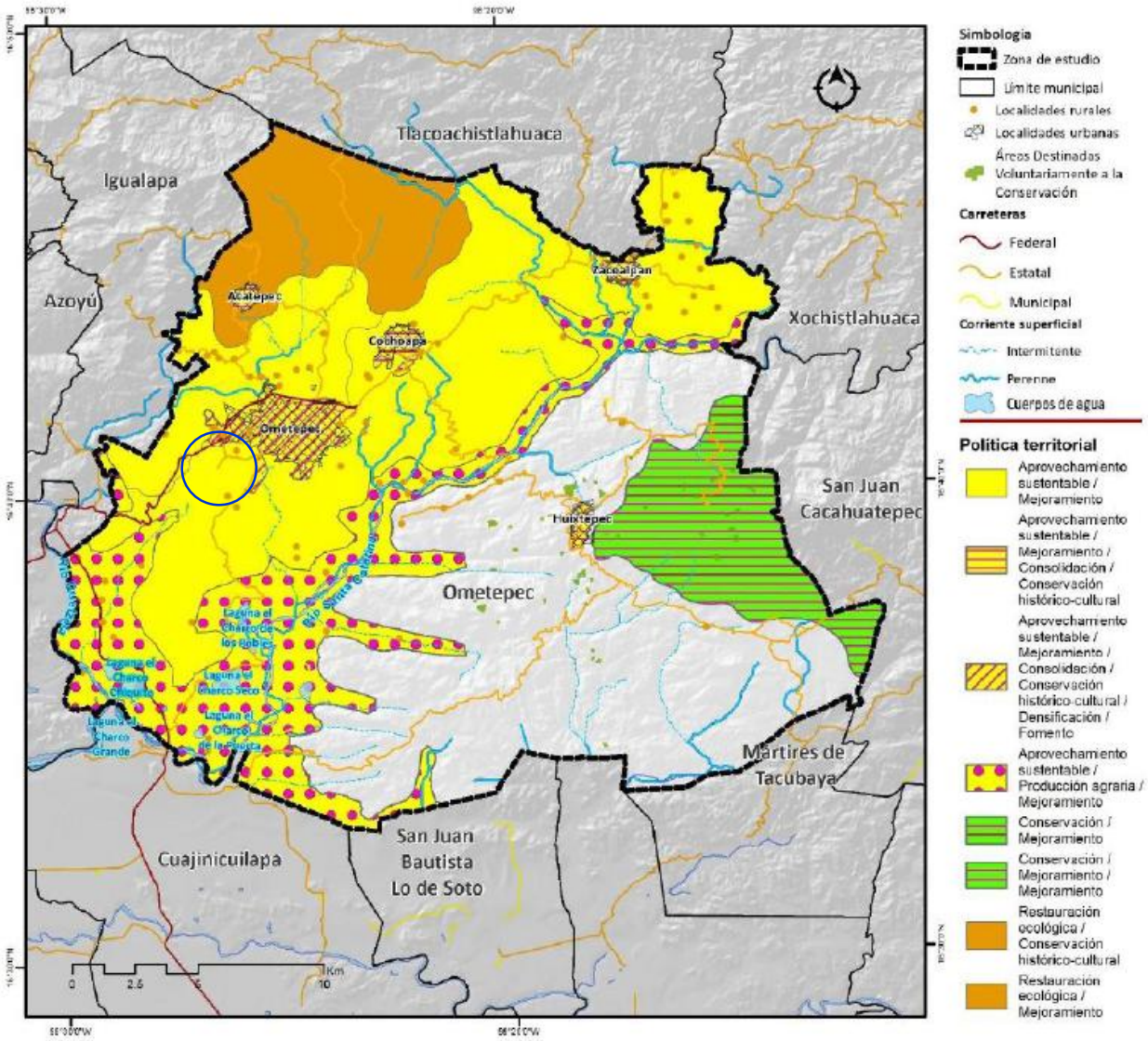


Figura XIV 1. Modelo de ordenamiento territorial, Ometepec, Guerrero.

Además, de acuerdo al plano de Zonificación secundaria Z-02 del PMDU, la superficie del predio se encuentra dentro de la Zona definida como **Industrial.**

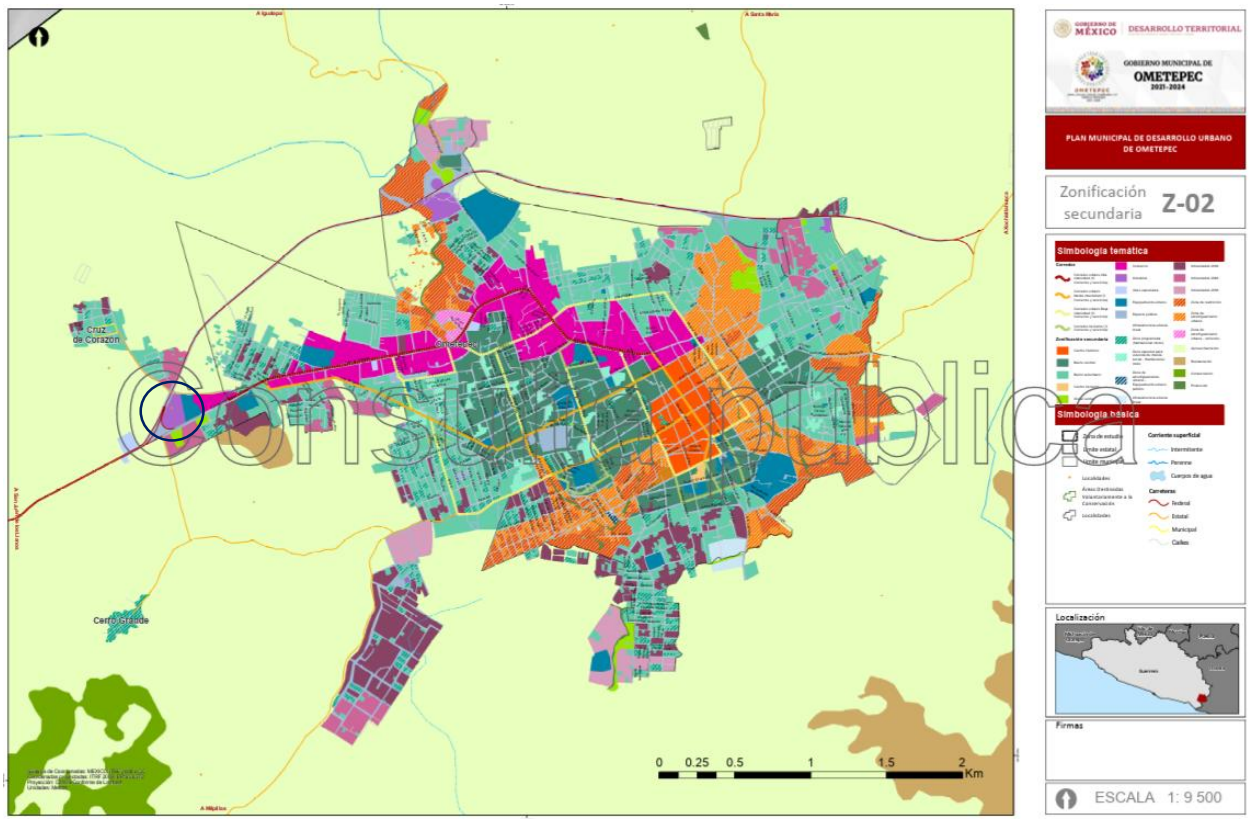


Figura XIV 2. Zonificación secundaria, Ometepec, Guerrero.

Desde un punto de vista ambiental, estas zonas no fueron catalogadas significativamente importantes como para catalogarlas no urbanizables.

Reiterando, de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano, Ometepec, Guerrero, el predio puede ser urbanizado.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S)

Las Normas Oficiales Mexicanas son las regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 10 de la Ley de infraestructura de la calidad (2020), que establecen las reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistemas, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, mercado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Las NOM's son un instrumento de gran utilidad, para llevar a cabo la realización de proyectos en cumplimiento de la legislación ambiental para que estas se tornen en obras de sustentabilidad ambiental, ya que establecen requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, límites y parámetros permisibles en varios rubros (suelo, agua y aire). En esta sección, se realiza el presente análisis de concordancia a efecto de disponer de todos los elementos jurídicos aplicables para el desarrollo del proyecto.

Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría del Trabajo aplicables al proyecto.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
AGUA	
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Los residuos peligrosos se depositarán en lugares bajo protección y trasladado a sitios adecuados para su confinamiento y disposición (aceites).
Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	
NOM-002-SEMARNAT-1996.	Por el tipo de proyecto no generará problema con las descargas, sin embargo, se tendrá especial cuidado en no rebasar los límites máximos permisible a las descargas de aguas residuales en el alcantarillado municipal.
Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	
AIRE	
NOM-041-SEMARNAT-2015.	En las instalaciones del proyecto, la emisión de partículas de polvo a la atmosfera, así como los gases de los vehículos serán mínimos durante la preparación de cambio de uso de suelo, esto por acarreo del material orgánico.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	
NOM-044-SEMARNAT-2017	Para cumplir esta Norma se solicitará a los contratistas que todo vehículo o maquinaria que se relacione con trabajos en el proyecto, se les proporcione oportunamente su mantenimiento y que se encuentren afinados con su respectiva verificación.
Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	
NOM-045-SEMARNAT-2017	Los camiones de volteo utilizados para el transporte de material son vehículos que funcionan a base de combustible diésel, por lo que se vigilará el buen funcionamiento de los mismos a través de la verificación adecuada en el período que le corresponda.
Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que influyan diésel como combustible.	
NOM-050-SEMARNAT-2018	La maquinaria que se empleará en el proyecto deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de gases por algún elemento desajustado; esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible.
Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas líquido de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	
SUELO	
NOM-052-SEMARNAT-2005	El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de cambio de uso de suelo. Los residuos que por propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo a la normatividad.
Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	
FLORA Y FAUNA	
NOM-059-SEMARNAT-2010	De acuerdo a las visitas de campo, se encontraron 2 especies de flora en alguna categoría de esta norma (*Handroanthus chrysanthus – A, y Cedrela odorata - Pr*), para el caso de fauna, no se encontró ninguna especie en alguna categoría. Para mitigar/compensar los impactos ocasionados a las especies en esta categoría, se propone un programa de rescate y reubicación de individuos, así como uno de plantación. Para fauna en el caso de hallarse durante la ejecución del mismo, se implementarán las técnicas adecuadas para garantizar su cuidado y sobrevivencia independiente a que se realizará un ahuyentamiento para evitar daño a las especies.
Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna - Características de riesgo y especificaciones para su inclinación, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	
NOM-061-SEMARNAT 2012	

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.	En esta parte se hace mención que las medidas de mitigación estarán activas para evitar los impactos, desde la colocación de señaléticas, así mismo, se tiene planeado un programa para flora y fauna asegurando la menor afectación posible.
EN MATERIA DE SEGURIDAD	
NOM-080-SEMARNAT-1994	Por lo general todos los vehículos dispondrán de un escape, regulando la emisión de ruidos incluido en la Norma, en caso de averiarse éste, se solicitará al conductor; su reparación a la brevedad para evitar ruidos que molesten a la fauna o a los mismos trabajadores del proyecto.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	
NOM-081-SEMARNAT-1994	Se tendrá especial cuidado de no rebasar los parámetros establecidos y que la maquinaria que genera emisión de ruido tenga en el sistema de escape, un silenciador de acuerdo a la Norma.
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
NOM-002-STPS-2010	Para la operación del proyecto, se busca cumplir con las normas de seguridad e higiene necesarias y suficientes, para que los trabajadores desarrollen sus actividades con la protección adecuada y en condiciones seguras, tal como la instalación de sanitarios portátiles.
Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	
NOM-009-STPS-2011	
Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.	
NOM-017-STPS-2008	
Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	

De acuerdo con el análisis de concordancia con los planes de desarrollo y ordenamiento, así como las disposiciones jurídicas aplicables al presente proyecto, no se encontraron incompatibilidades ni contraposiciones para el desarrollo del mismo, la ejecución del proyecto estará apegado a las leyes, reglamentos y normas con el fin de evitar y reducir los impactos al ambiente. Una vez que se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes disposiciones jurídicas, normativas y de regulación de uso de suelo, se establece que el proyecto es viable y que no se encuentra ninguna condición restrictiva para llevarse a cabo, estableciendo que las actividades se sujetarán a los límites permisibles.

III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 24-01-2024.

Es la Carta Magna de la Nación, a partir de la cual se derivan las diversas regulaciones jurídicas, establece los principios básicos en los que se debe de orientar el desarrollo de la nación, en este sentido, el análisis de concordancia del proyecto con la Constitución Política de los estados unidos mexicanos, permite identificar si en éste se observan los lineamientos que orientan el sentir de la nación.

Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática, mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine

mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

Cuadro III.7. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		VINCULACIÓN AL PROYECTO
Fundamento Jurídico	**Título Primero** **Capítulo I** de los Derechos Humanos y sus Garantías ***Articulo 4*** Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	No se realizará daño ni deterioro al medio ambiente de forma irracional, se realizarán actividades que ayuden a mitigar los impactos, ya que toda persona merece un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

III.5.2 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) (ULTIMA REFORMA DOF-01-04-2024[5]). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS) (DOF 20-11-2025[6]).

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Cuadro III.8. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
Fundamento Jurídico de la LGDFS	***TÍTULO PRIMERO*** ***De las Disposiciones Generales*** ***Capítulo I*** ***Objeto y Aplicación de la Ley*** ***Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:***	
	VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;	A la par de la MIA y dado que, se requiere la remoción total de la vegetación forestal en el predio para llevar a cabo el proyecto, se integrará el ETJ para obtener la autorización en materia de cambio de uso de suelo en una superficie de 0.6890 ha.
	LXXXI: Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico;	El tipo de vegetación presente en el polígono en el que se realizará la remoción de la vegetación es *Vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia.*
	LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;	Tomando como base esta definición, y dado que ésta corresponde a las características de la

[5] CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 2024. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA 01-04-2024. EN: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

[6] CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 2025. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA 20-11-2025. EN: https://legislacion.scjn.gob.mx/Buscador/Paginas/wfArticuladoFast.aspx?q=/HNedHfTnA2nOeiqjv6hyb49HQp5VOOWQsVmtkXS6GJbspC+7IXva0An+MEvcLKOzyLB/gsWeKC0O5xUe+4dnw==

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
		vegetación presente en el predio (vegetación secundaria), podemos asegurar que el polígono que se presenta a evaluación corresponde a terreno forestal.
	LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ*. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;	Las características de las áreas en evaluación son áreas superiores a los 1,500 metros cuadrados, tienen una cobertura superior al 10% y los individuos de árboles superan los 5 metros.
	LXXX. Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;	Derivado de la visita de campo, se constata que, las plantas que se encuentran ahí están de manera natural, a lo que corresponden a vegetación forestal, definiéndose como *Vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia.*
	Título Cuarto – De los Procedimientos en Materia Forestal **Capítulo I –** Disposiciones Comunes a los Procedimientos en Materia Forestal **Sección Séptima –** Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales ***Artículo 93:*** La Secretaría solo podrá autorizar 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, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación 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. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	En el presente documento y en los capítulos que anteceden se desarrollan todos los preceptos de excepción dando cumplimiento al presente artículo, solicitando el cambio de uso de suelo en un polígono con *Vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia,* en una superficie total de 0.6890 ha. Dentro del Capítulo VIII, se presentan las propuestas del rescate y reubicación de especies de flora y fauna, y los Programas correspondientes.
Fundamento Jurídico del Reglamento de la LGDFS	***Capítulo II*** ***Autorizaciones, Avisos y Registros*** ***Sección VI*** ***Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales*** **Artículo 141.** Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:	A la par de la MIA, se integrará el Estudio Técnico Justificativo de acuerdo al Reglamento de esta Ley, que tiene por objeto reglamentar a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
	I. *Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;* ***II.*** *Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM;* ***III.*** *Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;* ***IV.*** *Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;* ***V.*** *Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;* ***VI.*** *Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;* ***VII.*** *Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;* ***VIII.*** *Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;* ***IX.*** *Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;* ***X.*** *Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;* ***XI.*** *Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;* ***XII.*** *Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;* ***XIII.*** *Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;* ***XIV.*** *Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y* ***XV.*** *Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.*	restauración; especifica que para solicitar la autorización del AP, el interesado deberá requerirlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá los requisitos para la solicitud de autorización. Se solicitará cambio de uso de suelo, asegurándose en el presente estudio que no se compromete la biodiversidad, para lo cual se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de flora y fauna con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.

III.5.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 19-01-2026[7]) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 21-05-2014[8]).

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. Las disposiciones de esta ley que se vinculan con el proyecto son las que se describen a continuación.

Cuadro III.9. Ley General del equilibrio y la protección al ambiente (LGEEPA) y su Reglamento.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
Artículo 5	*Son facultad de la federación* **X.** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;	En el marco del protocolo para la autorización de cambio de uso de suelo se integra la siguiente manifestación de impacto ambiental (MIA), el cual debe integrar todos los componentes del proyecto, conforme a lo dispuesto en el la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento.
Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **VII.** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Dentro del área del proyecto se encuentra la vegetación característica de *Vegetación secundaria arbórea de Selva baja caducifolia*, que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 0.6890 ha. Para llevar a cabo el proyecto se requiere de la autorización en materia de cambio de uso de suelo.
Artículo 121	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	El proyecto contempla el arrendamiento de un sanitario portátil durante la preparación del sitio, por lo que, el contratista se hará cargo de la disposición de las aguas residuales en los sitios adecuados, cuidando de no realizar las descargas en cuerpos o corrientes de agua, posteriormente se instalará la conexión adecuada a la red de drenajes. Dada la importancia en la actualidad del recurso hídrico es indispensable establecer, disposición segura e integral del mismo, es por ello que el proyecto contempla la

[7] CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 2026. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 19-01-2026. EN: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

[8] CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 2014. REGLAMENTO LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 21-05-2014. EN: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3271/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_areas_naturales_protegidas.pdf

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
		instalación de drenaje pluvial y drenaje sanitario durante la vida útil del proyecto.
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: **II.** Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos, **III.** Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	Durante el proyecto se espera la generación de residuos, para evitar que contaminen el área, se realizará el depósito y almacenamiento de éstos adecuadamente, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos.
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL		
Artículo 5.	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:** *I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales* mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables. II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.	Dado que, se requiere la remoción total de la vegetación forestal en el predio para llevar a cabo el proyecto, se integra la presenta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para obtener la autorización en materia de cambio de uso de suelo en una superficie de 0.6890 ha.

De acuerdo a lo anterior, los preceptos mencionados son directamente vinculables al proyecto. Además, durante su realización se afectará a la vegetación forestal presente, por lo tanto, en cumplimiento a lo que

se establece para las obras y/o actividades que impliquen remoción (como lo es en este caso), se hace la observancia de estos instrumentos legales en materia de cambio de uso de suelo.

III.5.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 16-07-2025[9]) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (RLGVS) (ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL DOF 109-05-2014[10]).

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento.

<table>
<tr><th colspan="2">LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)</th></tr>
<tr><th>ARTÍCULO</th><th>VINCULACIÓN AL PROYECTO.</th></tr>
<tr><td colspan="2">Fundamento Jurídico de la LGVS</td></tr>
<tr><td>Título I Disposiciones Preliminares.

Artículo 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.</td><td rowspan="2">Habrá remoción de vegetación; por ello, la observación de la presente Ley es aplicable desde el momento de proyectar las primeras acciones para obtener información de la zona pretendida y planear la elaboración de la MIA, considerando de antemano, que el factor flora y el factor fauna son los elementos que constituyen al medio biótico del lugar y en la medida que se analiza el lugar, es indispensable conocer las especies que pudieran verse afectadas de acuerdo con lo que establecen los presentes preceptos, no se proyectan actividades de aprovechamiento sustentable de vida silvestre; se ejecutarán programas de rescate y reubicación de flora y fauna, en los cuales se encontrarán los listados respectivos de las especies de flora y fauna que potencialmente se pueden encontrar dentro del predio que delimita el área bajo estudio, las cuales se respetarán en la medida de lo posible durante toda la ejecución de la obra.</td></tr>
<tr><td>Título V Disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre Capítulo VI.

Trato digno y respetuoso a la fauna silvestre.

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</td></tr>
<tr><td colspan="2">REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE</td></tr>
<tr><td>Artículo 1

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.</td><td>Tiene por objeto reglamentar a la LGVS, para verificar que se cumpla con el adecuado manejo de la flora y fauna, evitando el mayor daño posible a las especies que se encuentran dentro del área del proyecto, por lo tanto, se debe tomar en cuenta para determinar las medidas necesarias para reducir daños.</td></tr>
</table>

III.5.5 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES.

Dentro de este apartado se identificaron los convenios o tratados internacionales que pudieran, de alguna manera, aplicar específicamente al área de desarrollo del proyecto.

[9] CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 2025. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 19-01-2026. EN: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf

[10] CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. 2014. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 09-05-2014. EN: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

III.5.5.1 SITIO RAMSAR.

La denominación de “Sitios RAMSAR” se otorga a los humedales que fueron incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de RAMSAR, la cual deriva del Tratado Internacional respectivo.

Los Sitios RAMSAR son designados por que cumplen con los criterios para la identificación de Humedales de importancia internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica.

En la actualidad, México tiene identificada una superficie de 8’643,581.516 ha., distribuidas en 142 sitios catalogados en la Lista de RAMSAR.

Con respecto al proyecto, no afecta ningún sitio RAMSAR, los más cercanos son: ***“Lagunas de Chacahua”*** a 102.77 km, ***“Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)”*** a 238.61 km, ***“Cuencas y corales de la zona costera de Huatulco”*** a 246.09 km, ***“Laguna de Hueyapan (El Texcal)”*** a 255.14 km y, ***“Sistema Lagunar Alvarado”*** a 310.53 km.

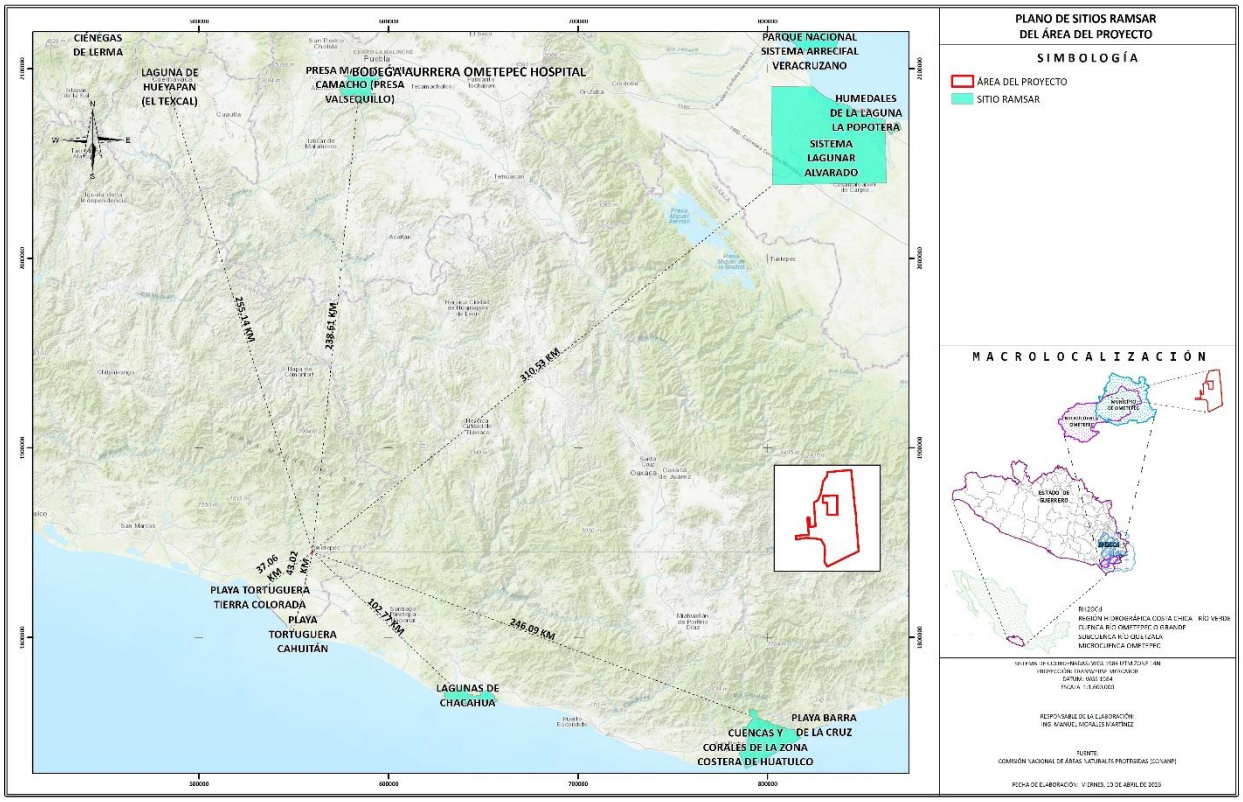


Figura III.10. Ubicación de los sitios Ramsar

III.5.5.2 ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES.

CITES es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, es un acuerdo internacional entre gobiernos. Su objetivo es garantizar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no amenace su supervivencia.

Las especies cubiertas por la CITES se enumeran en tres apéndices, de acuerdo con el grado de protección que necesitan. Los apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies con diferentes niveles o tipos de protección contra la sobreexplotación:

- **El Apéndice I** enumera las especies que están en mayor peligro de extinción entre los animales y plantas incluidos en la CITES y prohíbe el comercio internacional de especímenes de estas especies, excepto cuando el propósito de la importación no es comercial, por ejemplo, para investigación científica. En estos casos excepcionales, el comercio puede tener lugar siempre que esté autorizado para otorgar tanto un permiso de importación como un permiso de exportación.
- **El Apéndice II** enumera especies que no están necesariamente ahora en peligro de extinción pero que pueden serlo a menos que el comercio esté estrechamente controlado. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede ser autorizado mediante la concesión de un permiso de exportación o certificado de reexportación. No es necesario un permiso de importación para estas especies bajo la CITES.
- **El Apéndice III** es una lista de especies incluidas a solicitud de una parte que ya regula el comercio de la especie y que necesita la cooperación de otros países para prevenir la explotación insostenible o ilegal. El comercio internacional de especímenes de las especies enumeradas en este Apéndice solo se permite con la presentación de los permisos o certificados correspondientes.

A continuación, se observan las especies de flora y fauna registradas en el AP con estatus en la CITES.

Cuadro III.11. Especies de flora listadas en la CITES.

Estrato	Especie	Nombre común	Distribución	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus CITES
Arbóreo	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	Nativa	**Pr**	**II**
Arbóreo	*Handroanthus chrysanthus*	Roble amarillo	Nativa	**A**	**II**
Arbóreo	*Tabebuia rosea*	Roble rosa	Nativa	S/C	**II**

Cuadro III.12. Especies de fauna listadas en la CITES.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	AP	SA	Técnica de rescate
Avifauna							
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	**II**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
2	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	**II**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
3	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	**II**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
Herpetofauna							
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	**II**	Ausente	Presente	Rescate
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	**II**	Ausente	Presente	Rescate
3	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	**II**	Ausente	Presente	Rescate
4	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	**II**	Ausente	Presente	Rescate
5	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	**II**	Ausente	Presente	Rescate

Se registraron tres especies de flora y ocho especies de fauna que se encuentran en la Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES[11]), mismas que se encuentran consideradas dentro del ***Apéndice II***, implicando que aunque dichas especies no necesariamente están amenazadas o en peligro de extinción, se debe ser controlado su comercio para evitar

[11] CITES (Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2022. Lista de verificación de especies CITES. Obtenido de: http://checklist.cites.org/#/en.

un uso incompatible con su supervivencia y tomando en consideración que este proyecto no tiene fines sobre la comercialización de las especies, se tendrá especial atención sobre ellas.

III.5.5.3 CORREDORES BIOLÓGICOS.

Actualmente, La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos”.

Dentro de los corredores biológicos Mesoamericanos se encuentran los siguientes:

1. Corredor Calakmul- Bala´an K´aax
2. Corredor Costa Norte de Yucatán
3. Corredor Selva Maya Zoque
4. Corredor Sian Ka´an- Bala´an K´aax
5. Corredor Sierra Madre del Sur
6. Humedales costeros- Sierra de Huimanguillo
7. Oaxaca
8. Pantanos de Centla- Cañón de Usumacinta
9. Sierra de Tabasco

Sin embargo, como se muestra en la figura siguiente, el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún corredor biológico.

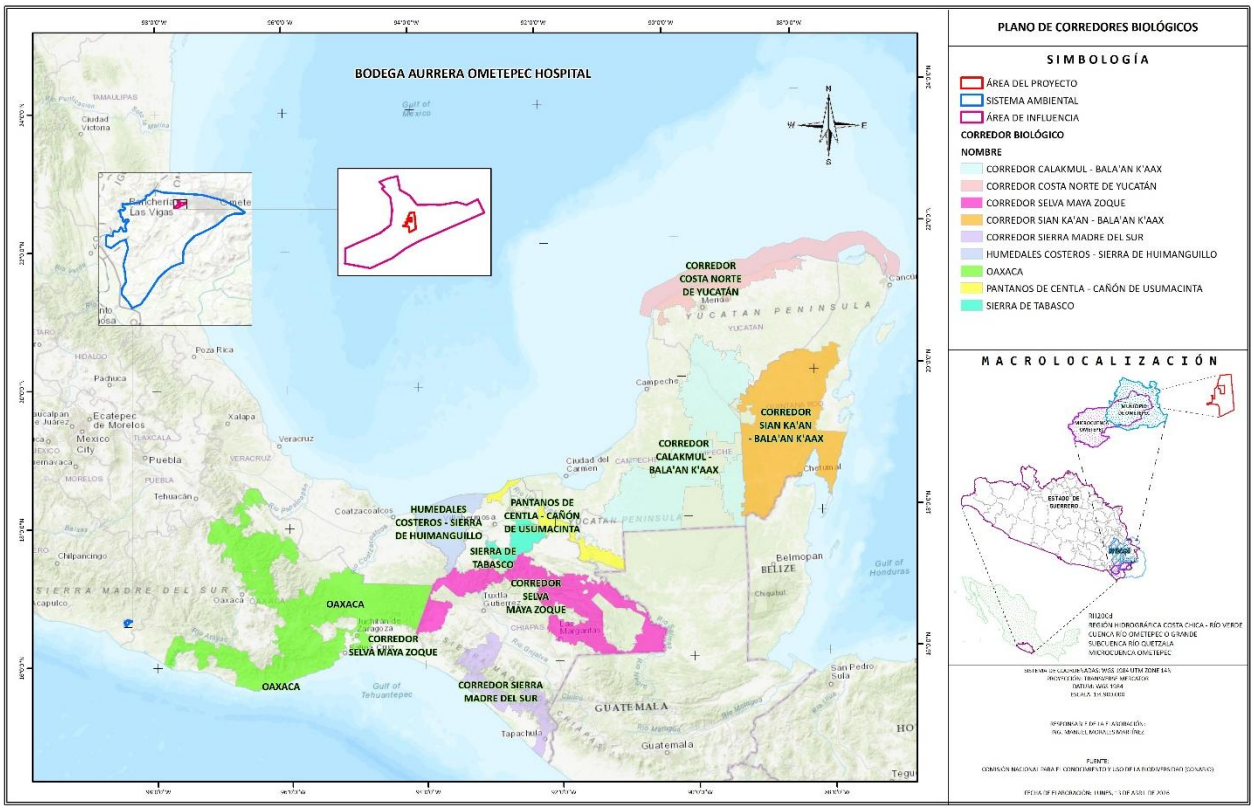


Figura III.11. Corredor biológico cercano al área del proyecto

Nota: Se anexa cartografía del documento **ANEXO 14. CARTOGRAFÍA POR CAPÍTULO, CAPITULO III.**

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

ÍNDICE GENERAL

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 1
IV.1.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO. 1
IV.1.2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI). 7
IV.1.3 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO. 10
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 11
IV.2.1 MEDIO ABIÓTICO 11
IV.2.1.1 CLIMA 11
IV.2.1.2 PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA 14
IV.2.1.3 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS. 16
IV.2.1.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 24
IV.2.1.5 EDAFOLOGÍA 43
IV.2.1.6 HIDROLOGÍA 47
IV.2.2 MEDIO BIÓTICO 52
IV.2.2.1 FLORA 52
IV.2.2.2 FAUNA 85
IV.2.3 PAISAJE 191
IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO 198
IV.2.4.1 DEMOGRAFÍA 198
IV.2.4.2 FACTORES SOCIOCULTURALES 199
IV.2.5 DIAGNOSTICO AMBIENTAL 200
IV.3 BIBLIOGRAFÍA 209

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental. 5
Cuadro IV.2. Coordenadas del área de influencia. 9
Cuadro IV.3. Coordenadas del AP 10
Cuadro IV.4. Grupos y climas. 11
Cuadro IV.5. Datos climáticos de la estación meteorológica 12061 Ometepec (CFE). 14
Cuadro IV.6. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA y el AP. 16
Cuadro IV.7. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA y en el AP. 18
Cuadro IV.8. Índice de peligro por granizo en el SA y en el AP. 19
Cuadro IV.9. Grado de peligro por sequía en el SA y en el AP. 21
Cuadro IV.10. Información del viento en CENAPRED para el SA y el AP. 22
Cuadro IV.11. Provincias fisiográficas de México 26
Cuadro IV.12. Pendientes en el SA y en el AP 30

Cuadro IV.13. Fallas y fracturas cercanas al SA y al AP. 31
Cuadro IV.14. Exposiciones en el SA y el AP. 33
Cuadro IV.15. Elevaciones cercanas al CUS. 36
Cuadro IV.16. Sismicidad del SA y del AP. 39
Cuadro IV.17. Riesgos por inundaciones en el SA y en el AP. 40
Cuadro IV.18. Volcanes cercanos a las UA. 42
Cuadro IV.19. Erosión hídrica y eólica actual en el SA. 46
Cuadro IV.20. Erosión hídrica y eólica en el AP. 46
Cuadro IV.21. Balance hídrico en el SA. 51
Cuadro IV.22. Balance hídrico en el AP. 52
Cuadro IV.23. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el SA. 53
Cuadro IV.24. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el AP. 53
Cuadro IV.25. Comparativo de vegetación presente en área CUSTF y VSA/SBC 55
Cuadro IV.26. Coordenadas de muestreo por estrato en la SA. 63
Cuadro IV.27. Coordenadas de los sitios de mnuestreo del AP. 64
Cuadro IV.28. Coordenadas de individuos censados en el estrato arbóreo (adultos). 65
Cuadro IV.29. Listado de especies en el SA. 67
Cuadro IV.30. Listado de especies en el AP. 68
Cuadro IV.31. Datos obtenidos en el sitio 1. 68
Cuadro IV.32. Datos obtenidos en el sitio 2. 69
Cuadro IV.33. Datos obtenidos en el sitio 3 69
Cuadro IV.34. Especies presentes en el sitio 1 de muestreo del AP. 69
Cuadro IV.35. Especies presentes en el sitio 2 de muestreo del AP. 69
Cuadro IV.36. Número de individuos por hectárea y total por estrato en el SA. 70
Cuadro IV.37. Número de individuos por hectárea y total por estrato en el AP. 71
Cuadro IV.38. Especies presentes en el SA, distribución y situación actual. 72
Cuadro IV.39. Especies presentes en el AP, distribución y situación actual. 72
Cuadro IV.40. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo del SA. 74
Cuadro IV.41. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo del SA. 74
Cuadro IV.42. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo del SA. 75
Cuadro IV.43. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo del AP. 75
Cuadro IV.44. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo del AP. 75
Cuadro IV.45. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo del AP. 76
Cuadro IV.46. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo del SA. 77
Cuadro IV.47. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo del SA. 78
Cuadro IV.48. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo del SA. 78
Cuadro IV.49. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-del estrato arbóreo en el AP. 78
Cuadro IV.50. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-del estrato arbustivo en el AP. 79
Cuadro IV.51. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-del estrato herbáceo en el AP. 79
Cuadro IV.52. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del SA. 82
Cuadro IV.53. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del SA. 82
Cuadro IV.54. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del SA. 83
Cuadro IV.55. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del AP. 83
Cuadro IV.56. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del AP. 84
Cuadro IV.57. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del AP. 84
Cuadro IV.58. Bibliografías consultadas, utilizadas para generar los listados potenciales. 89
Cuadro IV.59. Listado potencial de avifauna en el SA. 91
Cuadro IV.60. Listado potencial de mastofauna en el SA. 92
Cuadro IV.61. Listado potencial de herpetofauna en el SA. 93
Cuadro IV.62. Estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre. 94
Cuadro IV.63. Estatus de acuerdo con las categorías de riesgo de la IUCN para la fauna silvestre. 94

Cuadro IV.64. Listados de especies de acuerdo con las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre. ... 95
Cuadro IV.65. Categorías referentes a la tendencia poblacional para la fauna silvestre. ... 95
Cuadro IV.66. Categorías de endemismo empleadas para la fauna silvestre. ... 95
Cuadro IV.67. Categorías de residencia empleadas para la avifauna silvestre. ... 96
Cuadro IV.68. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema ambiental. ... 106
Cuadro IV.69. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental. ... 107
Cuadro IV.70. Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el Sistema Ambiental. ... 108
Cuadro IV.71. Atributos de las especies. ... 110
Cuadro IV.72. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada. ... 112
Cuadro IV.73. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada. ... 114
Cuadro IV.74. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas. ... 115
Cuadro IV.75. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo. ... 116
Cuadro IV.76. Cuadro de especies nuevas y especies acumuladas por punto de conteo. ... 117
Cuadro IV.77. Ecuación de *"y"* y *"R^2"* de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva. ... 118
Cuadro IV.78. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico. ... 119
Cuadro IV.79. Especies de mamíferos presentes en el SA. ... 120
Cuadro IV.80. Atributos de las especies. ... 121
Cuadro IV.81. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada. ... 122
Cuadro IV.82. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas. ... 123
Cuadro IV.83. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas. ... 123
Cuadro IV.84. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo. ... 125
Cuadro IV.85. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo. ... 125
Cuadro IV.86. Ecuación de *"y"* y *"R^2"* de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva. ... 126
Cuadro IV.87. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico. ... 127
Cuadro IV.88. Listado de especies de herpetofauna registradas. ... 128
Cuadro IV.89. Atributos de especies. ... 129
Cuadro IV.90. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna. ... 131
Cuadro IV.91. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes. ... 132
Cuadro IV.92. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en la Cuenca Hidrográfica. 133
Cuadro IV.93. Matriz de presencia -ausencia. ... 134
Cuadro IV.94. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo. ... 134
Cuadro IV.95. Ecuación de *"y"* y *"R^2"* de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva. ... 135
Cuadro IV.96. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico. ... 135
Cuadro IV.97. Coordenadas geográficas de las subunidades de muestreo establecidos para la determinación de fauna en el AP. ... 145
Cuadro IV.98. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo. ... 146
Cuadro IV.99 Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el AP. ... 147
Cuadro IV.100. Atributos de las especies. ... 148
Cuadro IV.101. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada. ... 150
Cuadro IV.102 Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registradas. ... 151
Cuadro IV.103 Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas. ... 152
Cuadro IV.104. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo. ... 153
Cuadro IV.105. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo. ... 153
Cuadro IV.106. Ecuación de "y" y "R2" de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva. ... 154
Cuadro IV.107. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico. ... 155

Cuadro IV.108 Especies de mamíferos presentes en el AP. 156
Cuadro IV.109. Identificación de especies de alto o lento desplazamiento. 157
Cuadro IV.110 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada. 158
Cuadro IV.111 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas. 159
Cuadro IV.112 Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas. 159
Cuadro IV.113.Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo. 160
Cuadro IV.114. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo. 160
Cuadro IV.115 Listado de especie es de herpetofauna registradas. 162
Cuadro IV.116. Atributos de las especies. 163
Cuadro IV.117 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada 164
Cuadro IV.118. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas. 165
Cuadro IV.119 Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas. 165
Cuadro IV.120. Matriz de presencia -ausencia. 166
Cuadro IV.121. Especies nuevas por transecto. 167
Cuadro IV.122. Ecuación de "y" y "R^2" de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva. 167
Cuadro IV.123. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico. 168
Cuadro IV.124. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 169
Cuadro IV.125. Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES. 173
Cuadro IV.126. Tipo de endemismo de las especies endémicas registradas. 178
Cuadro IV.127. Comparativo del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis. 179
Cuadro IV.128. Comparativo del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis. 183
Cuadro IV.129. Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 186
Cuadro IV.130. Factor de visibilidad y valor de los criterios. 194
Cuadro IV.131. Criterios de categorización del paisaje. 195
Cuadro IV.132. Criterios de valoración. 195
Cuadro IV.133. Calidad intrínseca del paisaje. 197
Cuadro IV.134. Factor de visibilidad. 197
Cuadro IV.135. Índice de calidad del paisaje. 198
Cuadro IV.136. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire. 200
Cuadro IV.137. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo. 201
Cuadro IV.138. Indicadores para determinar el índice de calidad del agua. 201
Cuadro IV.139. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna. 201
Cuadro IV.140. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica. 202
Cuadro IV.141. Categroización de la calidad ambiental obtenida. 202
Cuadro IV.142. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo. 202
Cuadro IV.143. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua. 203
Cuadro IV.144. Determinación del índice de calidad ambiental del factor aire. 204
Cuadro IV.145. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna. 205
Cuadro IV.146. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico. 207
Cuadro IV.147. Resumen del índice de calidad ambiental. 207

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Determinación del SA. 5
Figura IV.2. Determinación del AI. 9
Figura IV.3. Plano del Área del Proyecto (AP). 10
Figura IV.4. Clima del SA 12
Figura IV.5. Clima del AP. 12
Figura IV.6. Polígonos de Thiessen del SA. 13
Figura IV.7. Polígonos de Thiessen del AP. 14
Figura IV.8. Estaciones que influyen en el SA. 15

Figura IV.9. Estaciones que influyen en el AP. 15
Figura IV.10. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA. 17
Figura IV.11. Grado de riesgo por ciclones tropicales en la AP. 17
Figura IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA. 18
Figura IV.13. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el AP. 19
Figura IV.14. Índice de peligro por granizo en el SA. 20
Figura IV.15. Índice de peligro por granizo en el AP. 20
Figura IV.16. Grado de peligro por sequía en el SA. 21
Figura IV.17. Grado de peligro por sequía en el AP. 22
Figura IV.18. Zonificación eólica en el SA. 23
Figura IV.19. Zonificación eólica en el AP. 23
Figura IV.20. Topoformas del SA. 24
Figura IV.21. Topoformas del AP. 25
Figura IV.22. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. 26
Figura IV.23. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el SA. 27
Figura IV.24. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el AP. 28
Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el SA. 29
Figura IV.26. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el AP. 29
Figura IV.27. Pendientes en el SA. 30
Figura IV.28. Pendientes en el AP. 31
Figura IV.29. Fallas y Fracturas cercanas al SA. 32
Figura IV.30. Fallas y Fracturas cercanas al AP. 32
Figura IV.31. Exposiciones en el SA. 33
Figura IV.32. Exposiciones en el AP. 34
Figura IV.33. Características geológicas del SA 35
Figura IV.34. Características geológicas del AP. 35
Figura IV.35. Elevaciones más cercanas al SA. 36
Figura IV.36. Elevaciones más cercanas al AP. 37
Figura IV.37. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA. 38
Figura IV.38. Región potencial de deslizamientos de laderas del AP. 38
Figura IV.39. Regionalización sísmica del SA. 39
Figura IV.40. Regionalización sísmica del AP. 40
Figura IV.41. Riesgo por inundación dentro del SA. 41
Figura IV.42. Riesgo por inundación dentro del AP 41
Figura IV.43. Volcanes más cercanos al SA. 42
Figura IV.44. Volcanes más cercanos al AP. 43
Figura IV.45. Tipos de suelo en el SA. 44
Figura IV.46. Tipo de suelo en el AP. 45
Figura IV.47. Hidrología superficial del SA. 47
Figura IV.48. Hidrología superficial del AP 49
Figura IV.49. Hidrología subterránea del SA. 50
Figura IV.50. Hidrología subterránea del AP. 51
Figura IV.51. Uso de suelo y vegetación en el SA, AI, de acuerdo con INEGI serie VII. 53
Figura IV.52. Uso de suelo y vegetación en el AP, de acuerdo con INEGI serie VII 54
Figura IV.53. Plano de los sitios de muestreo del SA. 64
Figura IV.54. Plano de los sitios de muestreo del AP. 65
Figura IV.55. Plano de ubicación de los individuos arbóreos (adultos) que fueron censados en el AP 67
Figura IV.56. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP, AI, y SA. 86
Figura IV.57. Plano de Áreas de conservación de respecto al AP, AI, y SA. 86
Figura IV.58. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP, AI, y al SA. 87
Figura IV.59. Provincia biogeográficas. 88

Figura IV.60. Curva de acumulación de especies. 103
Figura IV.61. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). 103
Figura IV.62. Sitios de muestreo para avifauna, mastofauna y herpetofauna. 107
Figura IV.63. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registrados. 113
Figura IV.64. Riqueza de la avifauna. 113
Figura IV.65. Curva de Acumulación de especies. 118
Figura IV.66. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 122
Figura IV.67. Riqueza de la mastofauna. 123
Figura IV.68. Curva de Acumulación de especies. 126
Figura IV.69. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 131
Figura IV.70. Riqueza específica de herpetofauna. 132
Figura IV.71. Curva de Acumulación de especies. 135
Figura IV.72. Curva de acumulación de especies. 141
Figura IV.73. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). 142
Figura IV.74. Sitios de muestreo establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en la AP. 146
Figura IV.75. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas. 150
Figura IV.76. Riqueza especifica de la avifauna registrada. 151
Figura IV.77 Curva de acumulación de especies. 154
Figura IV.78. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 158
Figura IV.79. Riqueza especifica de la mastofauna registrada. 158
Figura IV.80 Curva de acumulación de especies. 161
Figura IV.81. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registrados. 164
Figura IV.82. Riqueza especifica de la mastofauna registrada. 165
Figura IV.83 Curva de acumulación de especies. 167
Figura IV.84 Distribución del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis. 180
Figura IV.85 Comparativo de los individuos totales de avifauna en las dos unidades de análisis. 181
Figura IV.86 Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las dos unidades de análisis. 181
Figura IV.87 Comparativo de la diversidad de avifauna en las dos unidades de análisis. 182
Figura IV.88 Distribución del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis. 183
Figura IV.89 Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las dos unidades de análisis 184
Figura IV.90 Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las dos unidades de análisis. 184
Figura IV.91 Comparativo de la diversidad de mastofauna en las dos unidades de análisis. 185
Figura IV.92 Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 186
Figura IV.93 Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 187
Figura IV.94 Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 187
Figura IV.95 Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis. 188
Figura IV.96 Pueblos indígenas presentes en el municipio de Ometepc. 200

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen IV.1. Captura de la carta de climas para la delimitación del SA. 3
Imagen IV.2. Captura de la carta de geología para la delimitación del SA. 3
Imagen IV.3. Captura de la carta de hidrología supeficial para la delimitación del SA. 4
Imagen IV.4. Captura de la carta de uso de suelo y vegetación (serie VII) para la delimitación del AI. 7
Imagen IV.5. Captura de vialidades para la delimitación del AI. 8
Imagen IV.6. Imagen satelital del cauce marcado por INEGI en el AP. 48

Imagen IV.7. Fotografía del área del CUSTF del remante de la corriente de agua. 48
Imagen IV.8. Vista de la corriente de agua que se forma dentro del CUSTF 49
Imagen IV.9. Formatos para la toma de información. 60
Imagen IV.10. Toma de información en el Sistema Ambiental. 60
Imagen IV.11. Toma de información en el Área del proyecto. 61
Imagen IV.12. División de los tipos de vegetación en el SA. 62
Imagen IV.13. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018). 98
Imagen IV.14. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Durante el recorrido por el transecto se anotan los avistamientos (método directo) y rastros (método indirecto) de las especies de mastofauna y herpetofauna. Fuente: FMCN, C., & USAID, Y. U. (2018). 99
Imagen IV.15. Ejemplo de la búsqueda activa de especies de herpetofauna y mastofauna. 100
Imagen IV.16. Ejemplo del establecimiento de punto de conteo para la avifauna. Fuente: FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018). 137
Imagen IV.17. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Durante el recorrido por el transecto se anotan los avistamientos (método directo) y rastros (método indirecto) de las especies de mastofauna y herpetofauna. Fuente: FMCN, C., & USAID, Y. U. (2018). 138
Imagen IV.18. Ejemplo de la búsqueda activa de especies de herpetofauna y mastofauna. 139
Imagen IV.19. Distribución potencial permanente de *Ctenosaura pectinata* en el SA y el AP. Fuente: Reynoso-Rosales, *et al.*, (2021). 171
Imagen IV.20. Distribución potencial permanente de *Iguana iguana* en el SA y el AP. Fuente: Ramírez-Bautista *et al*, (2019). 172
Imagen IV.21. Distribución potencial de la especie *Euphonia godmani. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/1286932-Euphonia-godmani* 174
Imagen IV.22. Distribución potencial de la especie *Melanerpes chrysogenys. Tomado de https://mexico.inaturalist.org/taxa/18206-Melanerpes-chrysogenys* 174
Imagen IV.23. Distribución potencial de la especie *Turdus rufopalliatus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/12714-Turdus-rufopalliatus* 175
Imagen IV.24. Distribución potencial de la especie *Anolis nebulosus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/73629-Anolis-nebulosus* 175
Imagen IV.25. Distribución potencial de la especie *Incilius marmoreus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/65846-Incilius-marmoreus* 176
Imagen IV.26. Distribución potencial de la especie *Agalychnis dacnicolor. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/135027-Agalychnis-dacnicolor* 176
Imagen IV.27. Distribución potencial de la especie *Tlalocohyla smithii. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/67243-Tlalocohyla-smithii* 177
Imagen IV.28. Distribución potencial de la especie *Ctenosaura pectinata. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/35306-Ctenosaura-pectinata* 177
Imagen IV.29. Distribución potencial de la especie *Aspidoscelis guttatus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/73670-Aspidoscelis-guttatus* 178
Imagen IV.30. Imagen de grafica poblacional del municipio de Ometepec, Guerrero. 199

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

IV.1.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO.

La delimitación del área de estudio equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de impacto ambiental. *"…este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro…"* (Guía MIA-P, SEMARNAT, 2002), utilizado la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Bajo las consideraciones anteriores, se optó por delimitar una superficie que permita realizar las comparaciones de los factores bióticos y abióticos del Sistema Ambiental (SA) de manera que se logre crear el escenario real de lo que conlleva el funcionamiento y desarrollo del proyecto.

Consecuentemente, para la delimitación del SA se debe entender en qué consiste la estructura ambiental que conforman los componentes bióticos y abióticos, y su correspondencia al formar un todo, es decir, es la manera en la que se conforman los componentes ambientales (J. Nebel, Wright & Dávila, 1999). Estos están dotados al mismo tiempo de servicios y funciones ambientales para su desarrollo. También puede considerarse como un modelo de ocupación del territorio, que fija de manera general la estrategia de localización y distribución de las actividades (Fraume, 2007).

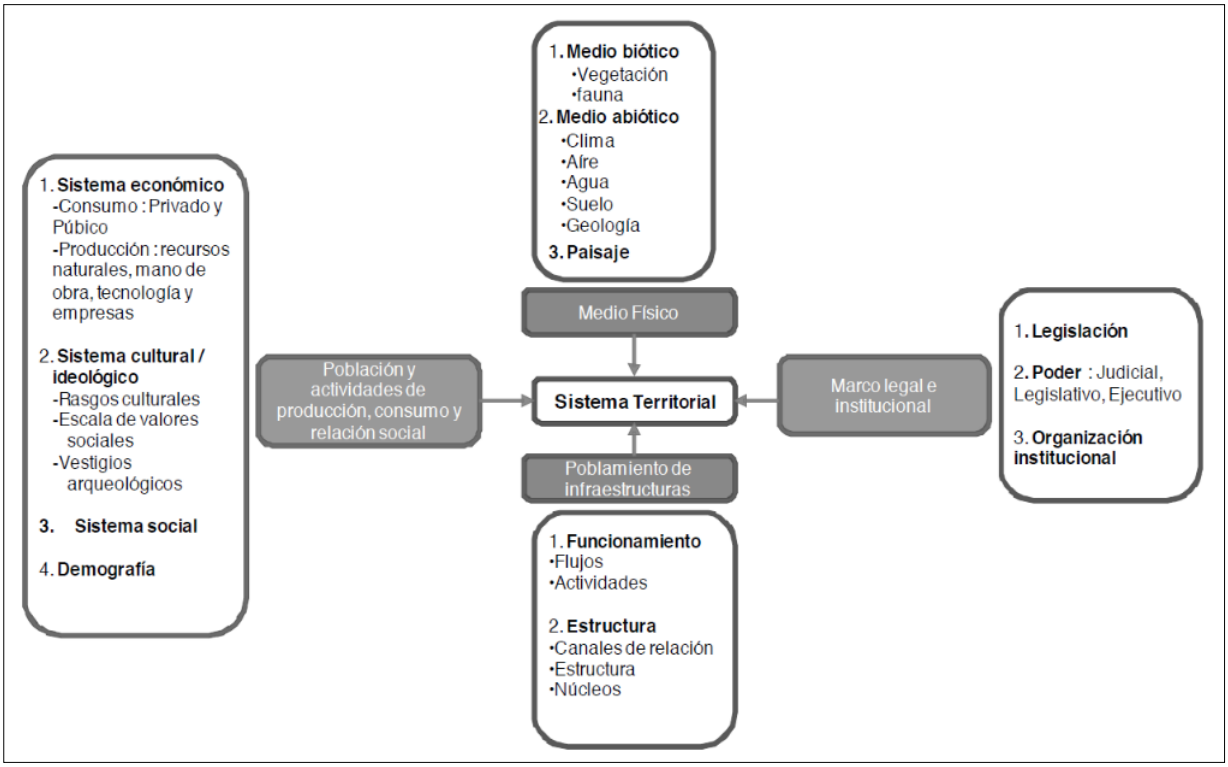
Adicionalmente, de acuerdo con lo mencionado por Gómez (2003), se debe de considerar que el territorio es un sistema que manifiesta un estilo de desarrollo particular y que puede asumirse por cuatro elementos, los cuales son:

- **Medio físico**: Es el territorio y sus recursos naturales, sistema que queda formado por los elementos y procesos del ambiente natural, tal y como se encuentran en la actualidad: el aire, el clima, el suelo y subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje, las interacciones entre ellos los procesos de erosión y sedimentación, el proceso de carga de acuíferos subterráneos, el proceso de interacción entre hábitat y comunidades, formas antrópicas de aprovechamiento de los recursos naturales, y de utilización primaria del suelo, etc.
- **La población y sus actividades de producción, consumo y relación social**: Es decir, en cuanto a la fuerza de trabajo, la demanda de bienes y servicios, y la población como sujeto de relaciones sociales, así como la base, estructura y especialización de la economía. Si el medio físico es el soporte del sistema territorial, con un papel más bien pasivo, la población representa un papel activo. La población es el agente fundamental: adapta el medio físico para ubicar sus actividades, toma recursos de él para transformarlos en su propio beneficio y le incorpora los desechos o productos no deseados.
- **El poblamiento**: Modelo organizativo de la población en el tiempo y en el espacio, está constituido por los asentamientos: ciudades, pueblos, etc., y los canales, a través de los cuales se relacionan intercambiando personas, mercancías, energía e información; infraestructura, transporte,

energéticas y de comunicación. Este elemento determina la capacidad de acceso de la población a la explotación de los recursos naturales del territorio, la medida en que puede ser abastecida, de una forma económica, en bienes y servicios sociales y las posibilidades de interrelación social determinantes, a su vez, de la estructura y vertebración de la sociedad.

- **El marco legal e institucional**: Que administra las reglas de funcionamiento, constituido por las leyes humanas y por las que regulan los sistemas y por las instituciones públicas o privadas.

A su vez, la estructura del sistema queda configurado por múltiples relaciones entre los elementos y procesos más simples como se muestra continuación:



De acuerdo con lo anterior, podemos determinar las interrelaciones a considerar para la delimitación del sistema territorial, mismas que utilizaremos para concretar la delimitación de un Sistema Ambiental, el cual se describe como “la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el Proyecto”. (SEMARNAT 2002).

Por consiguiente, aplicando los conceptos anteriores, se determinaron los elementos a considerar para la delimitación del Sistema Ambiental, los cuales serán los siguientes.

CLIMA

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones meteorológicas más frecuentes de una región en cierto periodo de tiempo (OMM, 2013). Para la delimitación se sobrepuso la capa de climas y se utilizó la delimitación con el tipo de clima de Aw2(w).

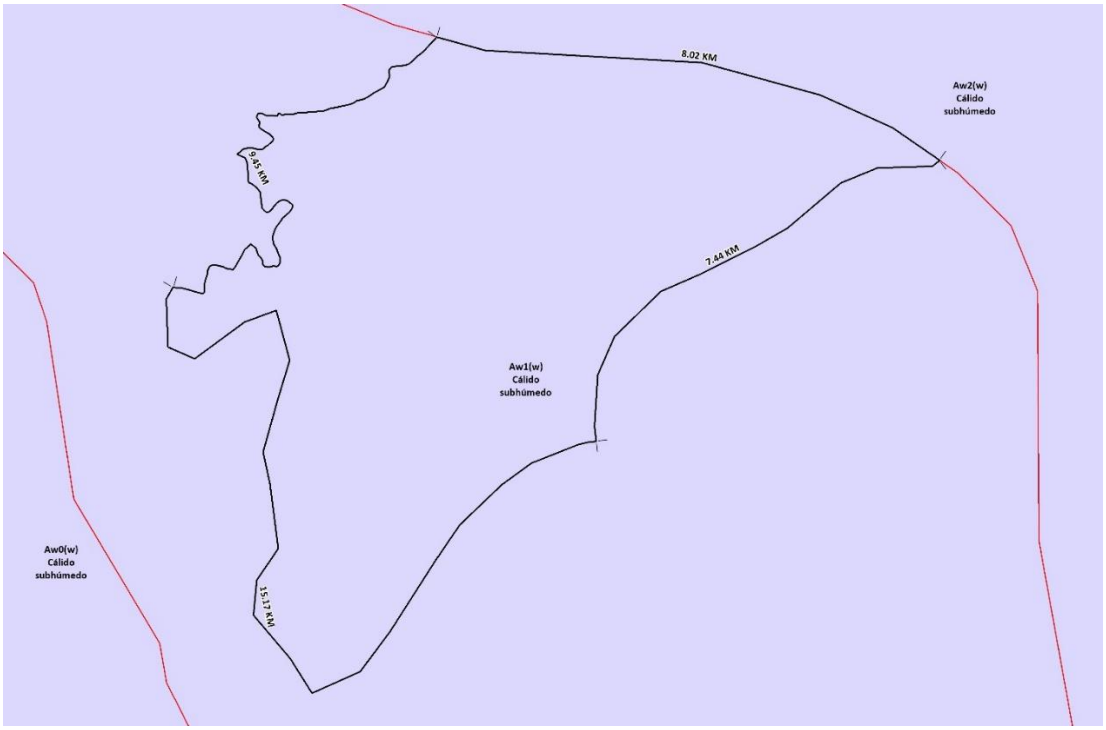


Imagen IV.1. Captura de la carta de climas para la delimitación del SA.

GEOLOGÍA

El sustrato geológico es el resultado de complejos procesos ocurridos en diferentes épocas geológicas. Tomando como referencia la carta de geología de INEGI, se delimitó el SA a partir del tipo de rocas Q(s) y T(Igia).

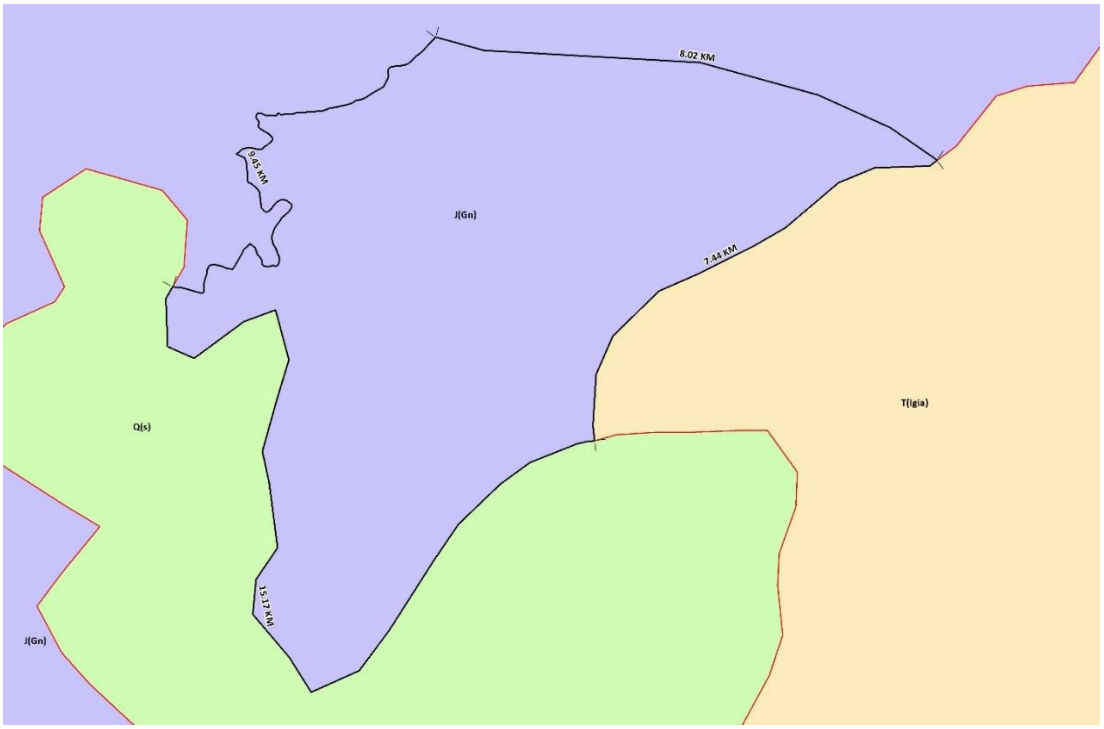


Imagen IV.2. Captura de la carta de geología para la delimitación del SA.

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

La hidrología superficial estudia la distribución, movimiento y propiedades del agua sobre la superficie terrestre, incluyendo ríos, cauces, lagos, humedales y su comportamiento derivado de la precipitación. Los cauces son un canal ocupado por una corriente, los cauces ya por si mismas representan limites naturales. Los causes se clasifican de acuerdo al grado de ramificación como; Cause de primer orden (tributario pequeño sin ramificación, Cauce de segundo orden; cuenta con causes de primer orden, Cause de tercer orden: cunebta con causes de primer y segundo orden, Cause de cuarto orden: cuenta con causes de tercer orden, y asi sucesivamente,

Dicho lo anterior, se expone que la extensión del SA, también se debe al análisis de la hidrología superficial, de los cauces cercanos al proyecto.

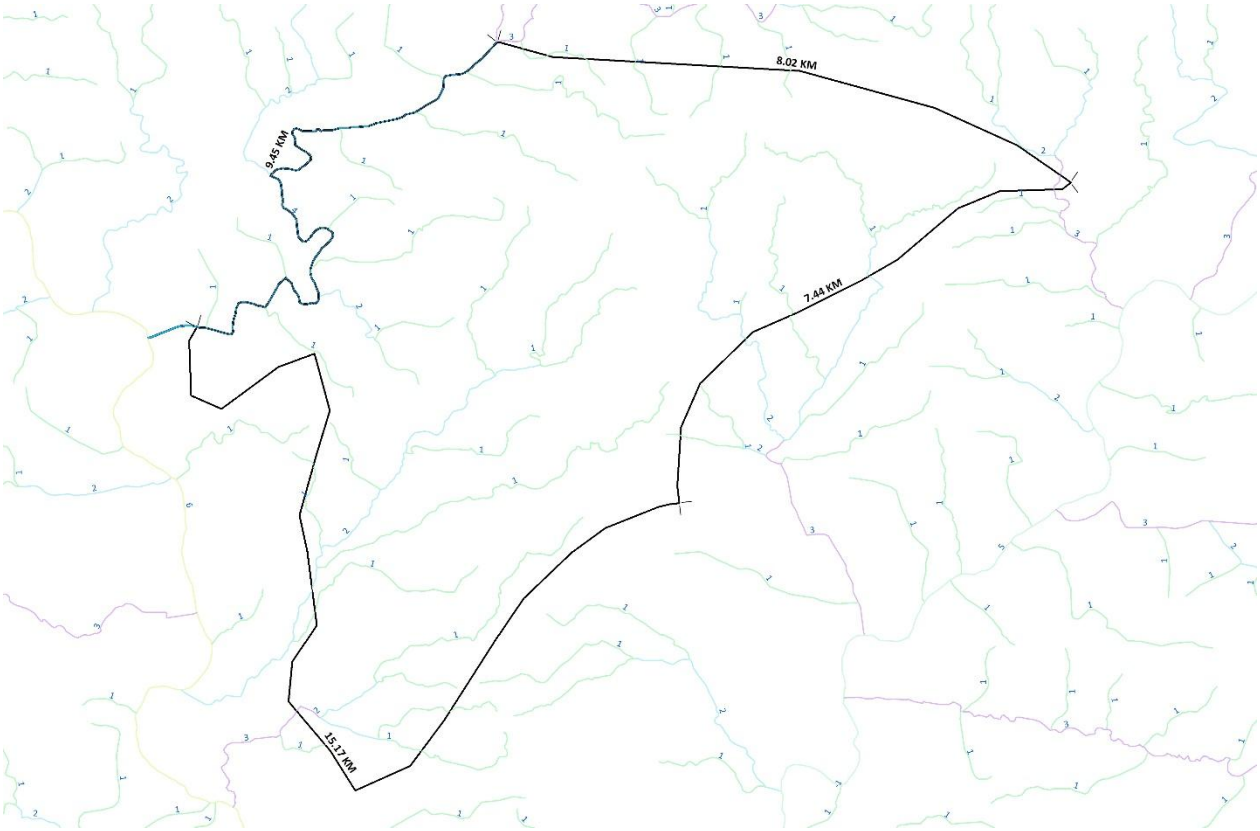


Imagen IV.3. Captura de la carta de hidrología supeficial para la delimitación del SA.

El Sistema Ambiental (SA), debe considerarse como una única área, no necesariamente continua, que resulta de la integración o sumatoria por componente, grupos de componentes. Es importante contextualizar los componentes antes mencionados, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de Sistema Ambiental, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales, sociales y económicos significativos. En conjunto, el SA cuenta con una superficie de 5,089.9702 hectáreas (ver figura siguiente), dicha unidad de análisis será objeto de estudio del presente capítulo, y **será el punto de comparación con los componentes o factores ambientales del proyecto.**

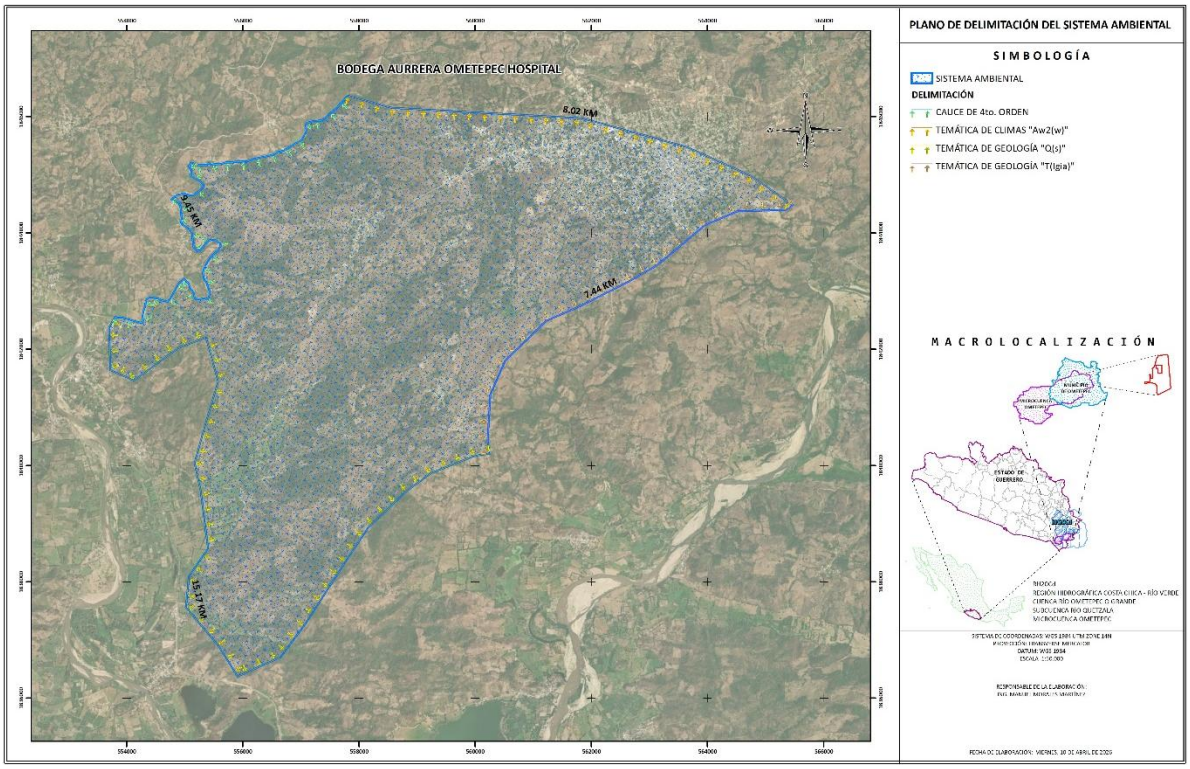


Figura IV.1. Determinación del SA.

A continuación, se presentan las coordenadas del SA:

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental.

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
1	553802.12	1842556.55
2	553850.00	1842543.00
3	553925.00	1842542.00
4	554039.00	1842513.00
5	554170.00	1842474.00
6	554239.00	1842459.00
7	554264.00	1842461.00
8	554279.00	1842480.00
9	554284.00	1842509.00
10	554276.00	1842549.00
11	554278.00	1842579.00
12	554285.00	1842621.00
13	554300.00	1842681.00
14	554318.00	1842735.00
15	554323.00	1842767.00
16	554326.00	1842803.00
17	554336.00	1842834.00
18	554351.00	1842864.00
19	554369.00	1842878.00
20	554393.00	1842888.00
21	554425.00	1842891.00
22	554450.00	1842888.00
23	554459.00	1842885.00
24	554476.00	1842882.00
25	554485.00	1842882.00

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
26	554515.00	1842876.00
27	554530.00	1842872.00
28	554546.00	1842867.00
29	554563.00	1842864.00
30	554576.00	1842857.00
31	554599.00	1842843.00
32	554611.00	1842839.00
33	554624.00	1842836.00
34	554633.00	1842834.00
35	554657.00	1842831.00
36	554662.00	1842831.00
37	554707.00	1842816.00
38	554747.00	1842864.00
39	554857.00	1843061.00
40	554876.00	1843097.00
41	554890.00	1843122.00
42	554909.00	1843142.00
43	554984.00	1843211.00
44	555002.00	1843197.00
45	555061.00	1843145.00
46	555082.00	1843085.00
47	555098.00	1843044.00
48	555134.00	1843002.00
49	555157.00	1842965.00
50	555167.00	1842918.00

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
51	555170.00	1842891.00
52	555197.00	1842866.00
53	555224.00	1842864.00
54	555254.00	1842861.00
55	555278.00	1842863.00
56	555299.00	1842867.00
57	555313.00	1842872.00
58	555322.00	1842878.00
59	555379.00	1842866.00
60	555410.00	1842890.00
61	555421.00	1842909.00
62	555425.00	1842920.00
63	555428.00	1842930.00
64	555427.00	1842994.00
65	555427.00	1843007.00
66	555398.00	1843073.00
67	555376.00	1843142.00
68	555344.00	1843188.00
69	555328.00	1843220.00
70	555325.00	1843248.00
71	555317.00	1843275.00
72	555316.00	1843304.00
73	555317.00	1843322.00
74	555320.00	1843343.00
75	555331.00	1843376.00

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
76	555352.00	1843434.00
77	555379.00	1843481.00
78	555446.00	1843574.00
79	555469.00	1843607.00
80	555497.00	1843631.00
81	555575.00	1843700.00
82	555608.00	1843751.00
83	555617.00	1843770.00
84	555617.00	1843787.00
85	555616.00	1843797.00
86	555614.00	1843809.00
87	555602.00	1843824.00
88	555584.00	1843834.00
89	555539.00	1843872.00
90	555500.00	1843878.00
91	555472.00	1843880.00
92	555457.00	1843878.00
93	555434.00	1843872.00
94	555409.00	1843859.00
95	555380.00	1843835.00
96	555358.00	1843811.00
97	555329.00	1843775.00
98	555313.00	1843755.00
99	555295.00	1843727.00
100	555260.00	1843700.00
101	555220.00	1843691.00
102	555185.00	1843722.00
103	555155.00	1843758.00
104	555130.00	1843940.00
105	555128.00	1843992.00
106	555103.00	1844027.00
107	555070.00	1844070.00
108	555002.00	1844123.00
109	554957.00	1844144.00
110	554941.00	1844171.00
111	554941.00	1844202.00
112	554948.00	1844246.00
113	554936.00	1844339.00
114	554933.00	1844399.00
115	554923.00	1844459.00
116	554896.00	1844523.00
117	554778.00	1844576.00
118	554800.00	1844597.00
119	554824.00	1844615.00
120	554861.00	1844652.00
121	554906.00	1844664.00
122	554948.00	1844673.00
123	554963.00	1844673.00
124	554996.00	1844669.00
125	555020.00	1844667.00
126	555050.00	1844661.00
127	555085.00	1844652.00
128	555119.00	1844646.00
129	555164.00	1844654.00
130	555203.00	1844693.00
131	555238.00	1844711.00
132	555271.00	1844736.00

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
133	555298.00	1844760.00
134	555322.00	1844789.00
135	555325.00	1844817.00
136	555311.00	1844841.00
137	555292.00	1844861.00
138	555262.00	1844888.00
139	555221.00	1844912.00
140	555181.00	1844934.00
141	555139.00	1844960.00
142	555112.00	1844984.00
143	555110.00	1845018.00
144	555115.00	1845044.00
145	555118.00	1845068.00
146	555077.00	1845128.00
147	555079.00	1845164.00
148	555098.00	1845197.00
149	555128.00	1845203.00
150	555167.00	1845194.00
151	555217.00	1845165.00
152	555341.00	1845164.00
153	555388.00	1845162.00
154	555401.00	1845192.00
155	555430.00	1845191.00
156	555461.00	1845168.00
157	555494.00	1845183.00
158	555611.00	1845180.00
159	555700.00	1845210.00
160	555782.00	1845213.00
161	555823.00	1845209.00
162	555857.00	1845221.00
163	555911.00	1845222.00
164	555941.00	1845221.00
165	555989.00	1845228.00
166	556030.00	1845230.00
167	556079.00	1845231.00
168	556154.00	1845258.00
169	556193.00	1845275.00
170	556253.00	1845284.00
171	556313.00	1845297.00
172	556489.00	1845335.00
173	556552.00	1845357.00
174	556591.00	1845389.00
175	556719.00	1845420.00
176	556723.00	1845426.00
177	556729.00	1845431.00
178	556734.00	1845435.00
179	556752.00	1845441.00
180	556776.00	1845456.00
181	556800.00	1845473.00
182	556838.00	1845501.00
183	556988.00	1845581.00
184	557018.00	1845603.00
185	557033.00	1845630.00
186	557063.00	1845686.00
187	557095.00	1845756.00
188	557093.00	1845789.00
189	557092.00	1845806.00

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
190	557085.00	1845851.00
191	557091.00	1845863.00
192	557098.00	1845875.00
193	557107.00	1845886.00
194	557116.00	1845895.00
195	557127.00	1845901.00
196	557140.00	1845905.00
197	557204.00	1845919.00
198	557257.00	1845921.00
199	557292.00	1845927.00
200	557323.00	1845928.00
201	557350.00	1845935.00
202	557393.00	1845953.00
203	557436.00	1845989.00
204	557471.00	1846022.00
205	557518.00	1846070.00
206	557551.00	1846092.00
207	557606.00	1846136.00
208	557737.00	1846279.00
209	557802.00	1846349.00
210	557812.86	1846362.82
211	558550.63	1846155.12
212	561848.07	1845969.72
213	563648.21	1845476.76
214	564749.42	1844981.23
215	565469.02	1844481.81
216	565354.72	1844395.81
217	564518.04	1844369.32
218	563960.92	1844140.35
219	563150.66	1843454.81
220	562669.57	1843175.23
221	561808.26	1842743.07
222	561225.66	1842488.75
223	560517.04	1841803.30
224	560264.63	1841219.95
225	560215.16	1840434.14
226	560240.84	1840206.04
227	560106.98	1840190.09
228	559961.96	1840154.94
229	559252.81	1839875.05
230	558797.11	1839544.86
231	558164.35	1838935.58
232	557785.02	1838377.41
233	557102.34	1837311.85
234	556647.31	1836702.89
235	555912.90	1836372.24
236	555582.44	1836903.93
237	555023.89	1837562.03
238	555073.72	1838094.33
239	555402.20	1838576.43
240	555273.85	1839564.68
241	555171.84	1840046.10
242	555398.48	1840857.52
243	555574.97	1841440.77
244	555370.98	1842200.85
245	554889.67	1842022.65
246	554130.26	1841463.79

SISTEMA AMBIENTAL		
SUPERFICIE: 5,089.9702 Ha.		
No	X	Y
247	553724.34	1841640.57
248	553697.74	1842375.59

IV.1.2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI).

Se determinó un Área de Influencia (AI) circundante al proyecto, la cual pudiera verse afectada por las interacciones más relevantes del mismo. El área de influencia del proyecto, obra o actividad debe considerarse como una única área, no necesariamente continua.

Por lo anterior, se delimitó identificando y localizando aquellas limitantes físicas o imaginarias que pudieran estar ubicadas colindantes al área de estudio y que se presenten como barreras naturales o antropogénicas.

La delimitación realizada permitió la determinación de un área ecológica funcional, la evaluación de la fragmentación de los espacios libres, el cálculo del efecto de las barreras antropogénicas en el espacio circundante.

USO DE SUELO

La cobertura de la tierra y su uso representan los elementos integrantes de los recursos básicos. Los cambios en la cobertura y uso del suelo afectan los sistemas globales, dichos cambios ocurren en un modo localizado que en su conjunto llegan a sumar un total significativo, reflejado en buena medida en la cobertura vegetal, razón por la cual se toman como referencia para algunas aplicaciones que van desde el monitoreo ambiental, la producción de estadísticas como apoyo a la planeación, evaluación del cambio climático y la evaluación de los procesos de desertificación, entre otros.

Dicho lo anterior, se expone que la extensión del AI, también se debe al análisis de los usos de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, considerando los usos de suelo como lo es el Pastizal cultivado (PC) y los Acentamientos humanos (AH), como se muestra en la siguiente imagen:

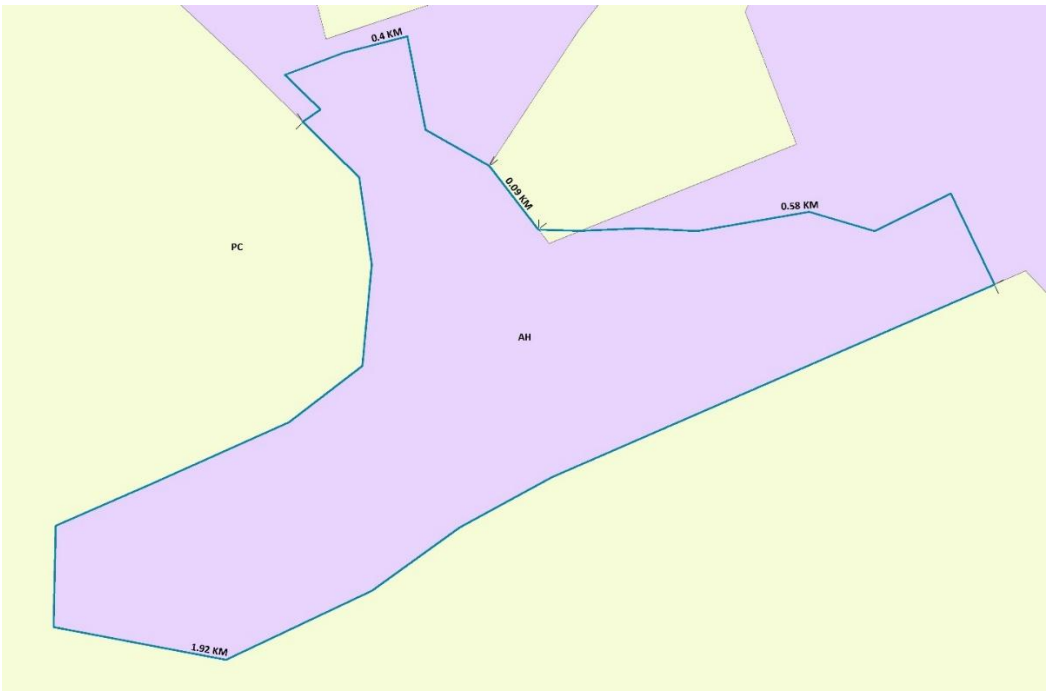


Imagen IV.4. Captura de la carta de uso de suelo y vegetación (serie VII) para la delimitación del AI.

VÍAS DE COMUNICACIÓN

Las vías de comunicación son los medios que se emplean para vencer el obstáculo que opone la distancia a las relaciones entre las personas. Las vías de comunicación, así como las zonas urbanas se correlacionan a fin de generar un bien social y económico, asimismo, estas interacciones antropogénicas ciñen limites imaginarios, a los cuales se les utilizo para delimitar parte del AI.

Por otro lado, en relación con la fauna la infraestructura y el tráfico suelen imponer una fuerte barrera a la dispersión de la mayoría de los animales, causando efectos negativos que incluyen la fragmentación de su hábitat, la mortalidad por atropellamiento, el aislamiento de poblaciones y el cambio en los patrones reproductivos (Gutzwiller y Barrow Jr., 2003; Alexander et al., 2005; Arroyave et al., 2006; Glista et al., 2009).

Por lo anterior, estas vialidades, al representar una barrera, fueron utilizadas para delimitar parte del AI, como se muestra a continuación:



Imagen IV.5. Captura de vialidades para la delimitación del AI.

Analizando las interacciones dentro del área de influencia, podemos concluir que dicha área es suficiente para contener las interacciones tanto positivas como negativas suscritas por el Área del Proyecto. El razonamiento para llegar a esta conclusión se basa en el concepto de la “funcionalidad ecológica”, esta consiste en la conectividad de los sistemas naturales. Estas áreas determinan las superficies que, por sus características intrínsecas y contextuales, deben preservarse y relacionarse mediante una red de conectores que aseguren los flujos de materia, energía e información, indispensables para mantener su integridad. Por lo tanto, se entiende la "funcionalidad" como la capacidad de configurar superficies mínimas o áreas núcleo a conectar.

El AI cuenta con una superficie de 24.7287 hectáreas. A continuación, se presenta el plano de delimitación y sus coordenadas:

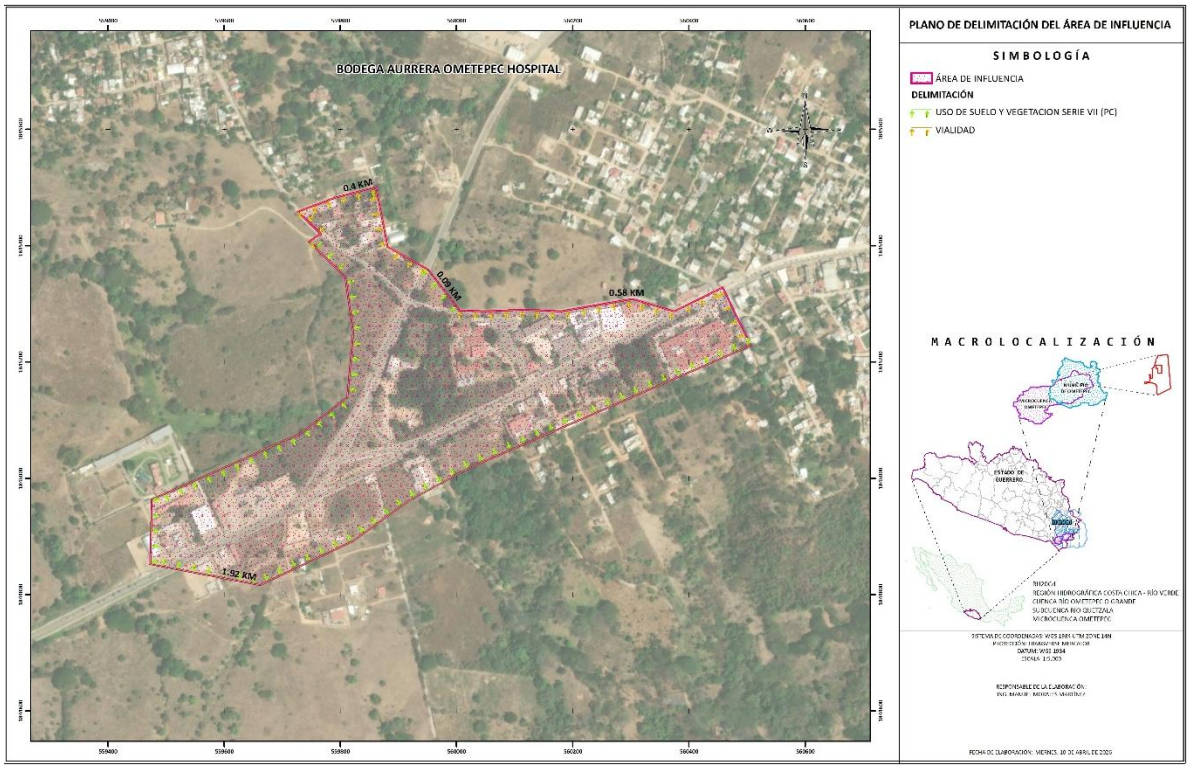


Figura IV.2. Determinación del AI.

Cuadro IV.2. Coordenadas del área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
SUPERFICIE: 24.7287 Ha		
NO	X	Y
1	559746.49	1845406.98
2	559766.10	1845420.45
3	559726.94	1845458.55
4	559791.50	1845482.89
5	559861.35	1845500.88
6	559881.46	1845398.22
7	559951.48	1845358.77
8	560005.46	1845288.82
9	560050.93	1845287.27

ÁREA DE INFLUENCIA		
SUPERFICIE: 24.7287 Ha		
NO	X	Y
10	560116.41	1845290.27
11	560179.91	1845287.10
12	560302.68	1845308.26
13	560374.64	1845287.10
14	560458.25	1845328.37
15	560506.32	1845228.61
16	560020.32	1845017.15
17	559919.07	1844962.06
18	559822.47	1844892.64

ÁREA DE INFLUENCIA		
SUPERFICIE: 24.7287 Ha		
NO	X	Y
19	559662.32	1844816.66
20	559472.91	1844852.60
21	559475.33	1844963.83
22	559579.34	1845009.24
23	559731.39	1845077.45
24	559811.99	1845139.27
25	559822.33	1845250.32
26	559808.56	1845346.01

IV.1.3 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 y el plano del Área del Proyecto (AP):

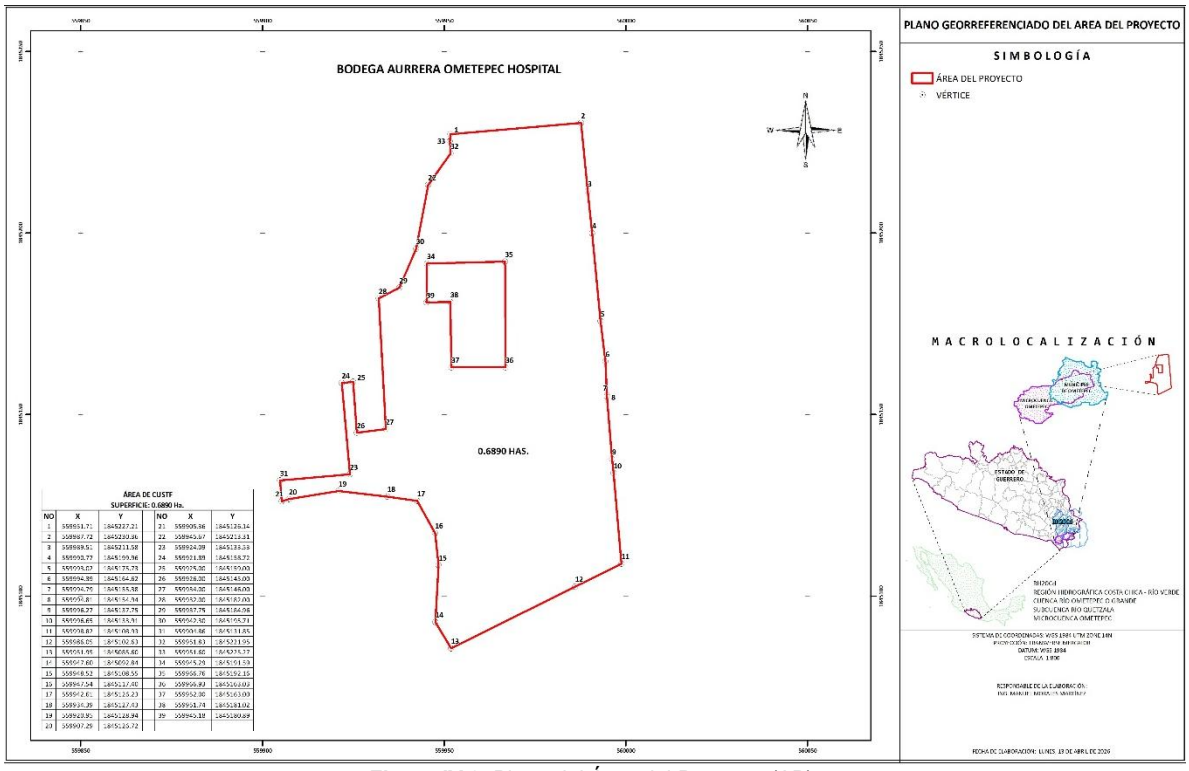


Figura IV.3. Plano del Área del Proyecto (AP).

Cuadro IV.3. Coordenadas del AP

ÁREA DE CUSTF					
SUPERFICIE: 0.6890 Ha.					
NO	X	Y	NO	X	Y
1	559951.71	559951.71	21	559905.36	559905.36
2	559987.72	559987.72	22	559945.67	559945.67
3	559989.51	559989.51	23	559924.09	559924.09
4	559990.77	559990.77	24	559921.89	559921.89
5	559993.02	559993.02	25	559925.00	559925.00
6	559994.39	559994.39	26	559926.00	559926.00
7	559994.79	559994.79	27	559934.00	559934.00
8	559994.81	559994.81	28	559932.00	559932.00
9	559996.27	559996.27	29	559937.75	559937.75
10	559996.65	559996.65	30	559942.30	559942.30
11	559998.82	559998.82	31	559904.86	559904.86
12	559986.05	559986.05	32	559951.83	559951.83
13	559951.95	559951.95	33	559951.60	559951.60
14	559947.60	559947.60	34	559945.29	559945.29
15	559948.52	559948.52	35	559966.76	559966.76
16	559947.54	559947.54	36	559966.93	559966.93
17	559942.61	559942.61	37	559952.00	559952.00
18	559934.39	559934.39	38	559951.74	559951.74
19	559920.95	559920.95	39	559945.18	559945.18
20	559907.29	559907.29			

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.2.1.1 CLIMA

Una de las clasificaciones de climas que ha tenido mayor difusión es la que propuso el científico alemán Wladimir Kóppen, en 1936; mérito importante de dicha clasificación es que abarca a la diversidad climática mundial y define sus tipos de clima numéricamente, relacionándolos con los tipos de vegetación existentes en el planeta. Esta clasificación de alcances tan amplios fue modificada en 1964 por la investigadora Enriqueta García, para que reflejara mejor las características climáticas propias de la República Mexicana. En la actualidad, y con sus modificaciones correspondientes, es la que se emplea en los mapas de la DGG.

Esta clasificación está estructurada alrededor de los datos de temperatura y precipitación total mensual y anual. Considera la existencia de 5 grupos climáticos fundamentales los cuales dan información sobre el régimen térmico de un lugar, y también sobre su régimen de lluvias, en relación con su humedad.

Cuadro IV.4. Grupos y climas.

Grupo	Características
A	Climas cálidos húmedos
B	Climas secos
C	Climas templados húmedos
D	Clima frío boreal, de inviernos intensos
E	Climas muy fríos o polares, o de grandes alturas

Aunado a lo anterior, mediante el uso de la clasificación de Kóppen, tal como fue modificada por E. García, se obtienen las características del clima presente en el SA y en el AP, mismos que se presentan a continuación.

- **Sistema ambiental**

Climas cálidos húmedos

Aw1(w): Cálido subhúmedo

Por lo tanto, el área del proyecto presenta el mismo tipo de clima:

- **Área del proyecto**

Climas cálidos húmedos

Aw1(w): Cálido subhúmedo

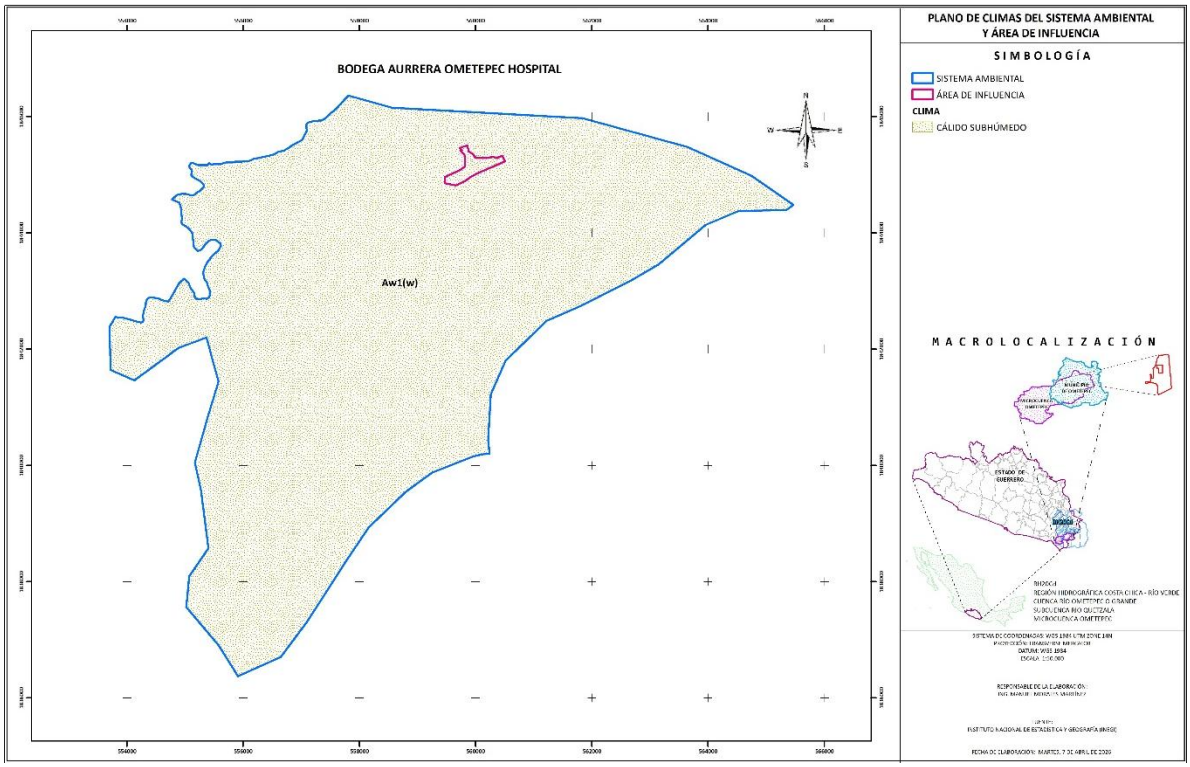


Figura IV.4. Clima del SA

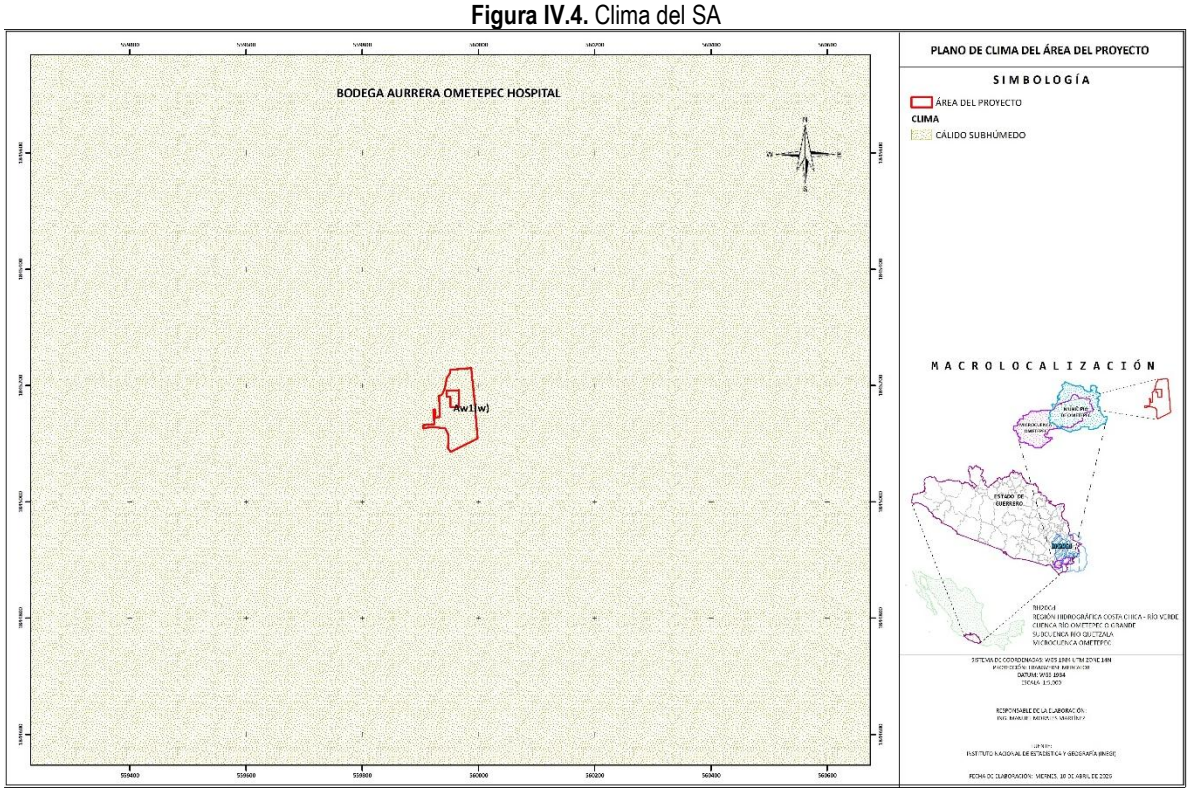


Figura IV.5. Clima del AP.

DATOS CLIMATOLÓGICOS

Para determinar las estaciones sobre las unidades de análisis se utilizaron los polígonos de Thiessen, para ello fue necesario obtener información de las normales climatológicas a través de la página del Servicio Meteorológico Nacionali, se tomaron en cuenta los datos de precipitación y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas de influencia de las unidades de análisis (SA, AP).

A continuación, se describe la metodología empleada para obtener los polígonos de Thiessen:

Los polígonos de Thiessen, es un método de interpolación simple, que se basa en la distancia euclidiana. Se crean al unir los puntos entre sí y trazando las matrices de los segmentos de unión; determinando una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designa su área de influencia. Para elaborar estos polígonos se deben establecer que estaciones meteorológicas se encuentran cercanas al proyecto o cuales son del interés de la persona, teniendo esto, consultaremos las coordenadas de ubicación de cada una de las estaciones, y con ello sus datos de precipitación y temperatura.

Haciendo uso del ArcGis10 establecemos los puntos georreferenciados de cada una de las estaciones meteorológicas, después con la caja de herramientas “ArcToolbox”, el siguiente paso es acudir a la extensión de Analysis Tools y en “Proximity”, se encuentra una opción llamada “Create Thiessen Polygons”.

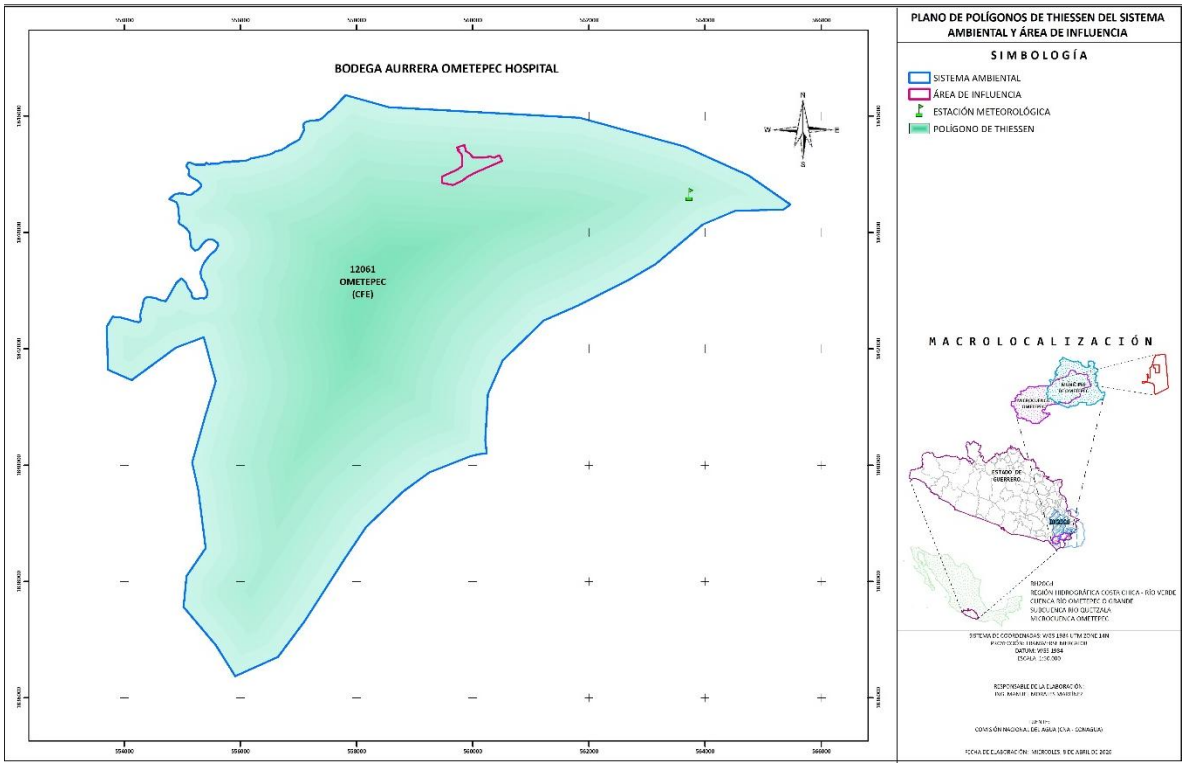


Figura IV.6. Polígonos de Thiessen del SA.

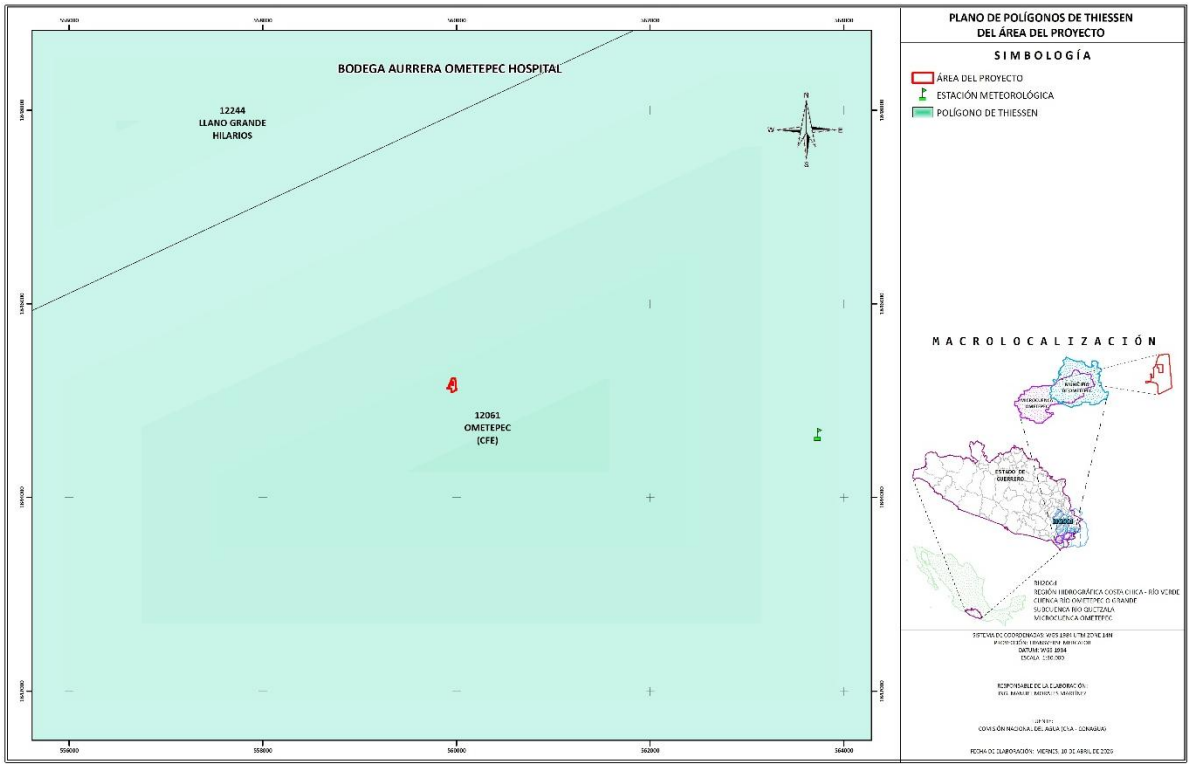


Figura IV.7. Polígonos de Thiessen del AP.

IV.2.1.2 PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

Temperatura – Precipitación

A continuación, se presenta la información de precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas que influyen en el SA y el AP. Los datos que se utilizaron van desde el año 1991 hasta el año 2020, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

Estación meteorológica 12061 OMETEPEC (CFE)

Cuadro IV.5. Datos climáticos de la estación meteorológica 12061 Ometepec (CFE).

12061 OMETEPEC (CFE)		
MES	**PRECIPITACIÓN (mm)**	**TEMP. MEDIA (°C)**
Enero	6.7	25.4
Febrero	2.5	25.5
Marzo	3.2	25.8
Abril	0.7	26.4
Mayo	52.8	27.1
Junio	290.2	26.3
Julio	242	26
Agosto	268.5	26
Septiembre	319.2	25.6
Octubre	164.5	26.1
Noviembre	23.5	26.1
Diciembre	9.5	25.4
TOTAL/PROMEDIO	**1383.3**	**26**

De la información proporcionada por el cuadro anterior se puede determinar que se trata de una temperatura promedio anual de **26 °C.** Y la precipitación con **1,383.3 mm** anual.

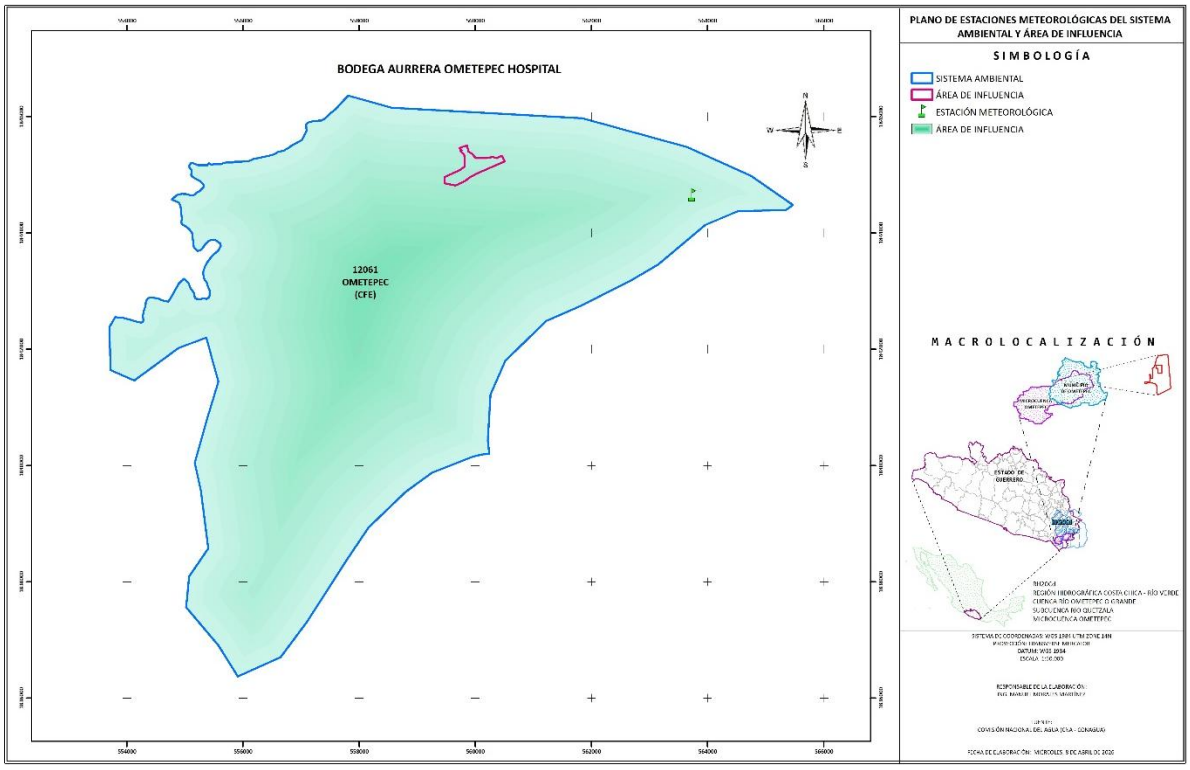


Figura IV.8. Estaciones que influyen en el SA.

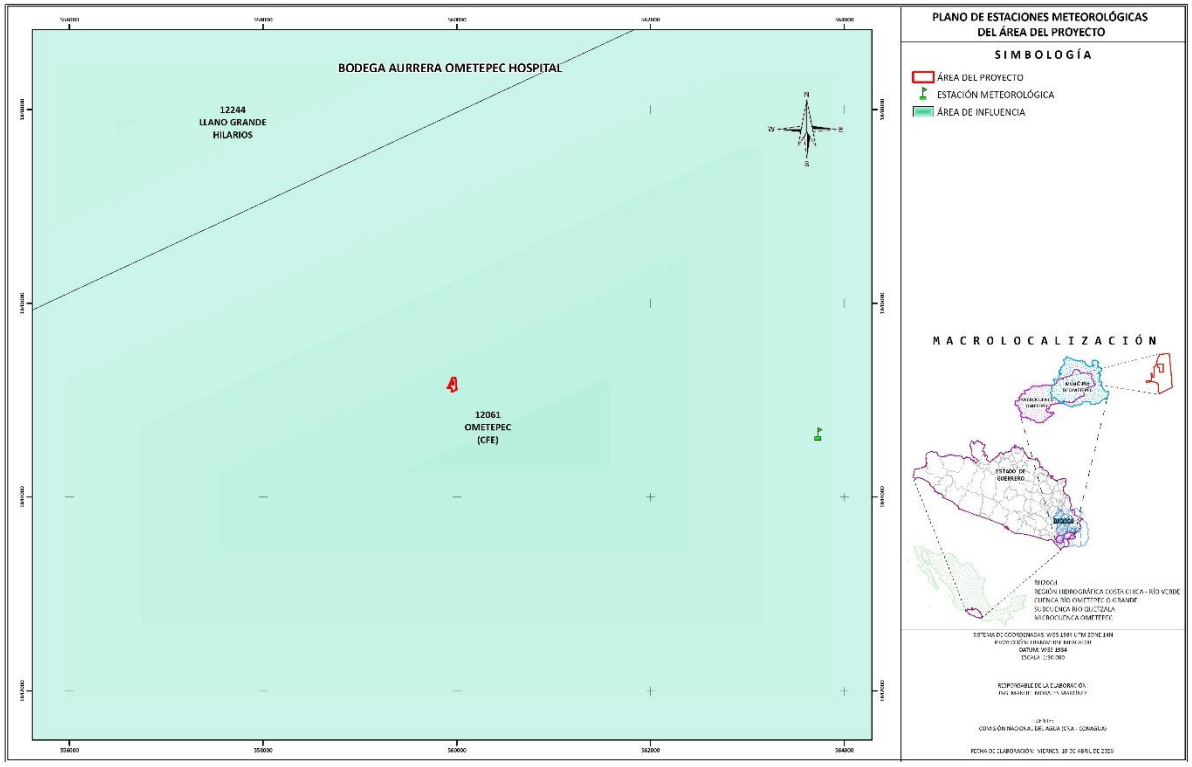


Figura IV.9. Estaciones que influyen en el AP.

IV.2.1.3 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

En México, los fenómenos meteorológicos, también conocidos como fenómenos hidrometeorológicos, se encuentran definidos por la Ley General de Protección Civil[ii], en su artículo 2, fracción XXIV como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones (pluviales, fluviales, costeras y lacustres), tormentas (de nieve, granizo, polvo y electricidad), heladas, sequías, tornados y ondas cálidas y gélidas. Algunos de los cuales, pueden ser considerados como fenómenos meteorológicos extremos debido a su intensidad y a los importantes daños o pérdidas económicas, ambientales y humanas que pueden ocasionar.

En ese sentido y de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos interactivo, aportado por CENAPRED[iii]; el SA y el AP presenta los siguientes datos:

Ciclones tropicales

Descrito a manera del Servicio Meteorológico Nacional un ciclón tropical "es un ciclón que no presenta frentes; se desarrolla sobre aguas tropicales y tiene una circulación, en superficie, organizada y definida en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

Sistema ambiental

La ubicación geográfica del SA genera un *grado bajo y muy bajo en presencia de ciclones tropicales* esto por sus condiciones.

Área del proyecto

Para el caso del área del proyecto, solo presenta un grado *muy bajo* en presencia de ciclones tropicales. A continuación, se presenta el cuadro con la descripción mencionada para las unidades de análisis y sus planos correspondientes:

Cuadro IV.6. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA y el AP.

GRADO	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
BAJO	0.5058	-
MUY BAJO	5,089.4644	0.689
TOTAL	**5089.9702**	**0.689**

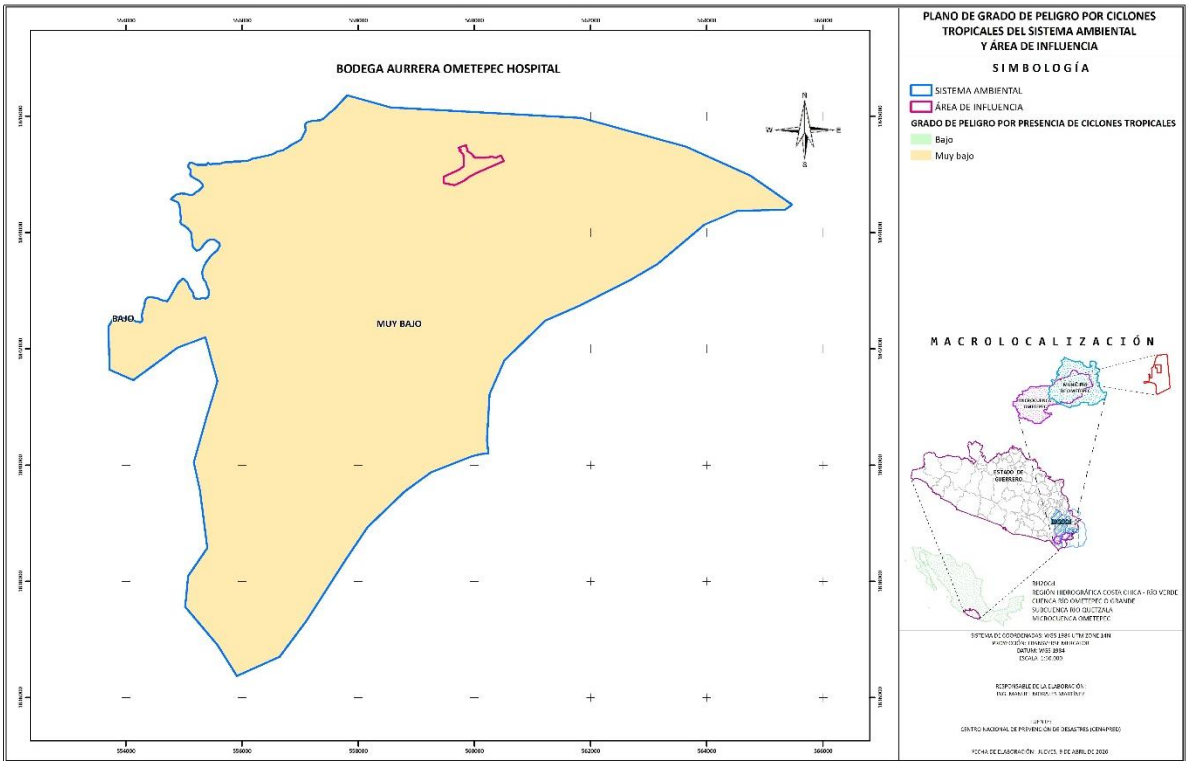


Figura IV.10. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA.

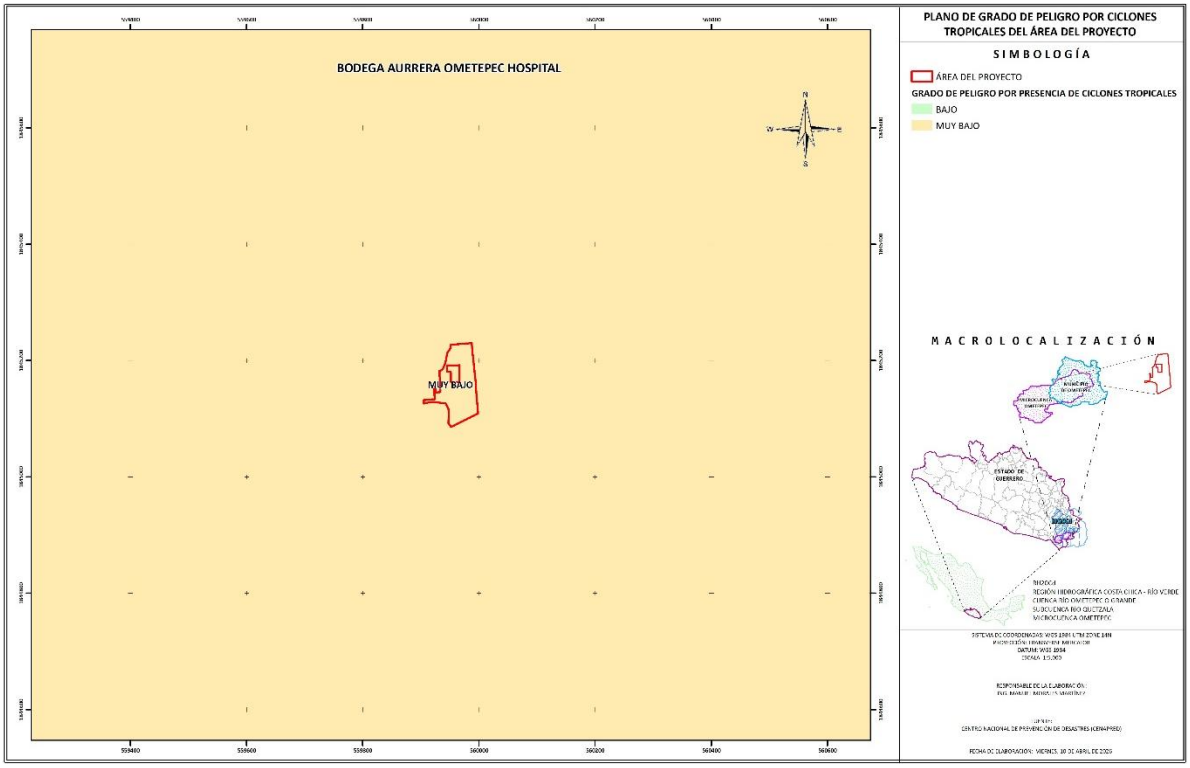


Figura IV.11. Grado de riesgo por ciclones tropicales en la AP.

Tormentas Eléctricas

Las tormentas eléctricas son descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (luz) y un trueno (sonido). Ocurren entre mayo y octubre, pueden durar hasta dos horas. Acompañan a una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos, inundaciones repentinas e incluso tornados.

Sistema ambiental

La superficie del SA presenta un *grado bajo* de peligro por tormentas eléctricas.

Área del proyecto

Al igual que en el SA en el área del proyecto, el riesgo por tormentas eléctricas es *bajo*. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.7. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA y en el AP.

GRADO	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
BAJO	5,089.9702	0.689
TOTAL	**5089.9702**	**0.6890**

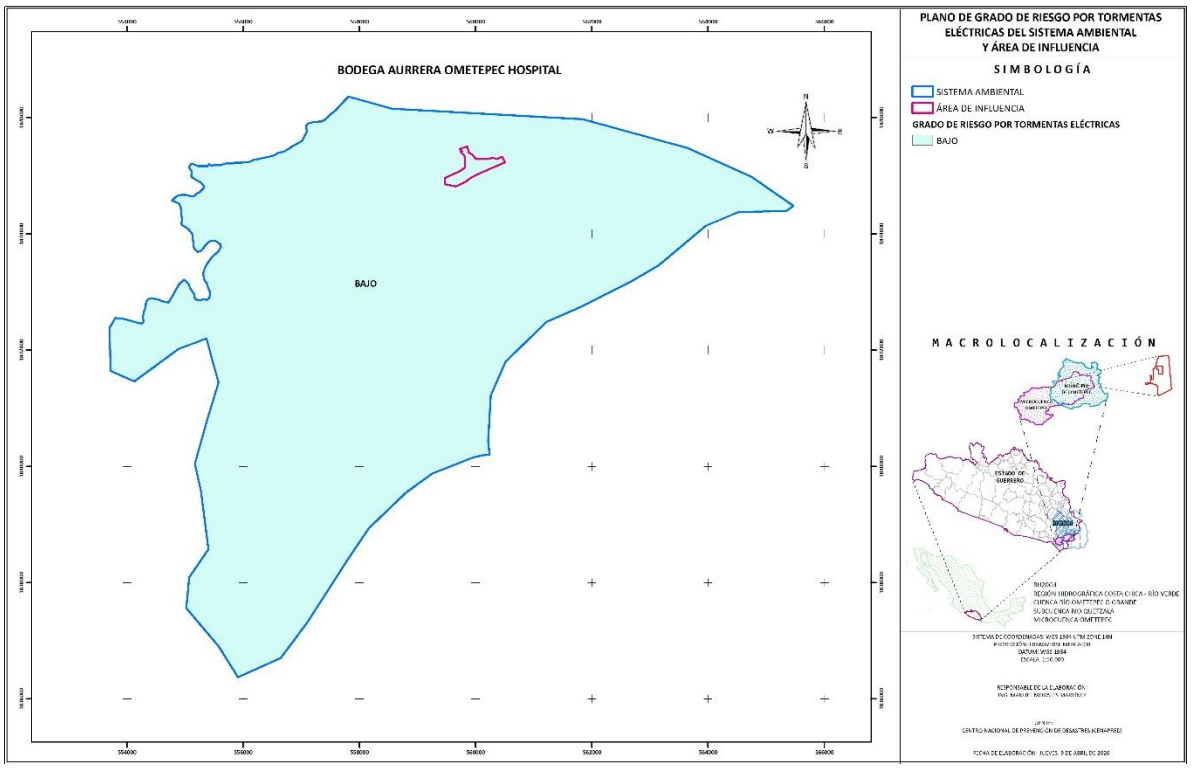


Figura IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el SA.

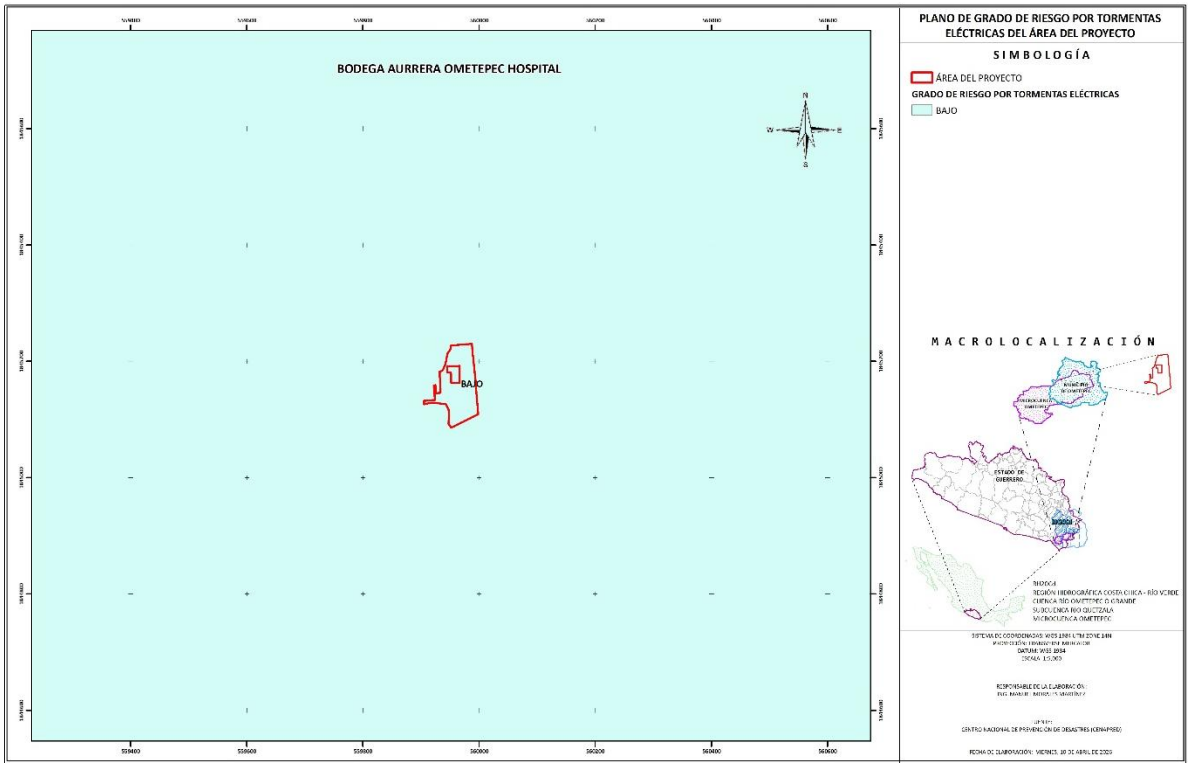


Figura IV.13. Grado de riesgo de tormentas eléctricas en el AP.

Granizo

Precipitación de glóbulos o trozos de hielo cuyo diámetro es del orden de 5 a mayor de 50 mm. Este fenómeno se observa durante fuertes tormentas convectivas en las cuales el desarrollo de los cumulonimbos es rápido.

Sistema ambiental

La mayor parte de la superficie del SA presenta un *grado muy bajo* de peligro por caída de granizo, mientras que una superficie mínima presenta un *grado bajo* de peligro.

Área del proyecto

En el área del proyecto, el riesgo por caída de granizo es *muy bajo*. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.8. Índice de peligro por granizo en el SA y en el AP.

GRADO	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
BAJO	337.4218	-
MUY BAJO	4,752.5484	0.689
TOTAL	**5089.9702**	**0.6890**

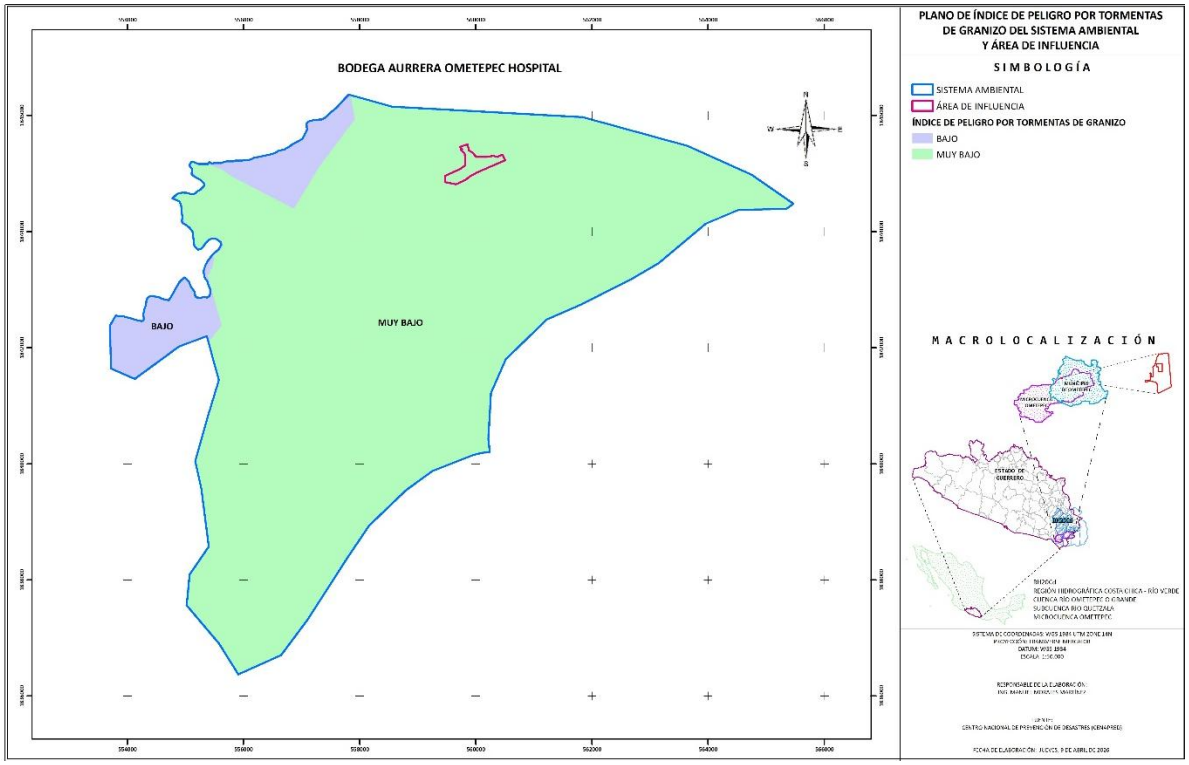


Figura IV.14. Índice de peligro por granizo en el SA.

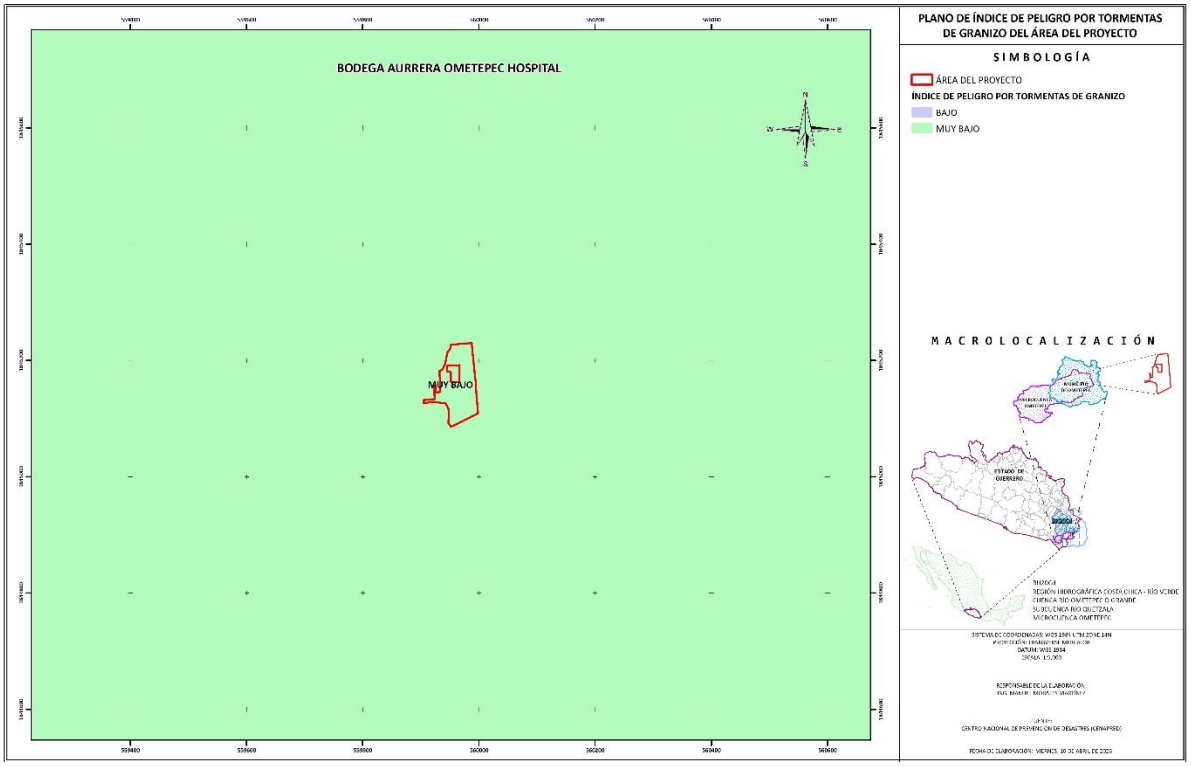


Figura IV.15. Índice de peligro por granizo en el AP.

Sequía

La sequía es una situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Sistema ambiental

El SA presenta un grado medio de riesgo por sequía.

Área del proyecto

De la misma manera que el SA el AP presenta un grado medio de riesgo por sequía. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.9. Grado de peligro por sequía en el SA y en el AP.

GRADO	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
MEDIO	5,089.9702	0.6890
TOTAL	**5089.9702**	**0.6890**

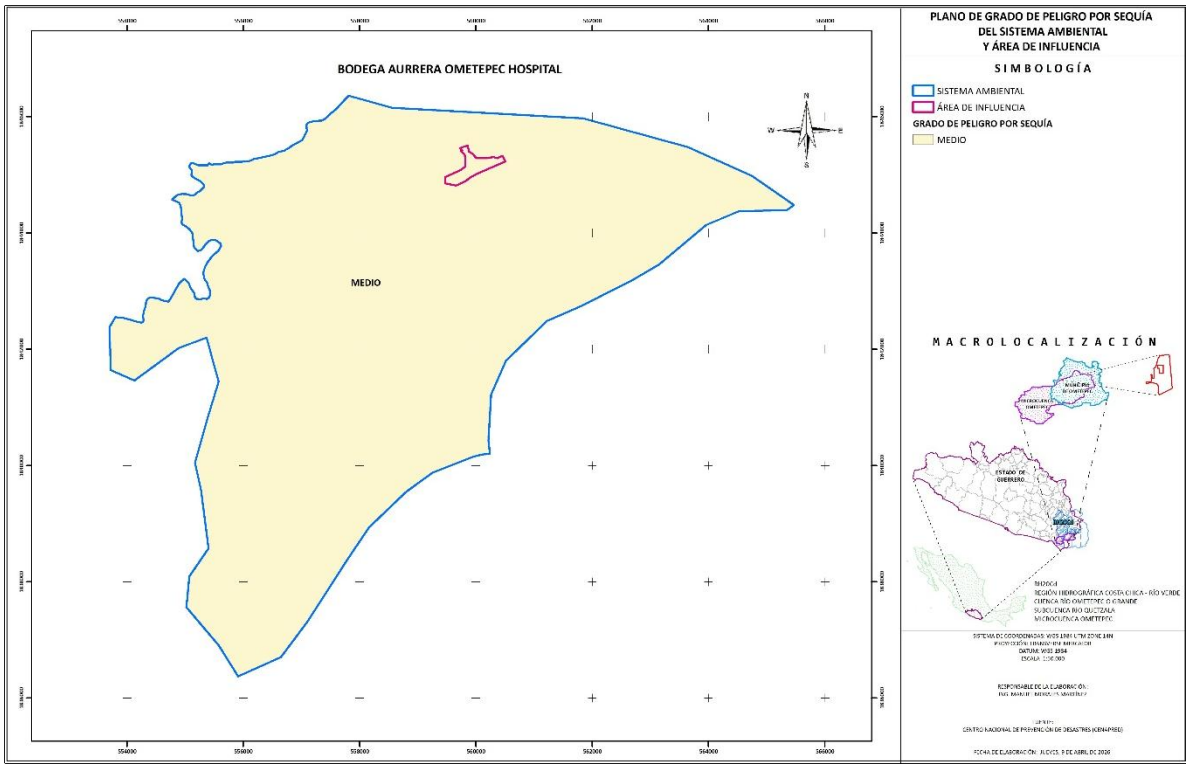


Figura IV.16. Grado de peligro por sequía en el SA.

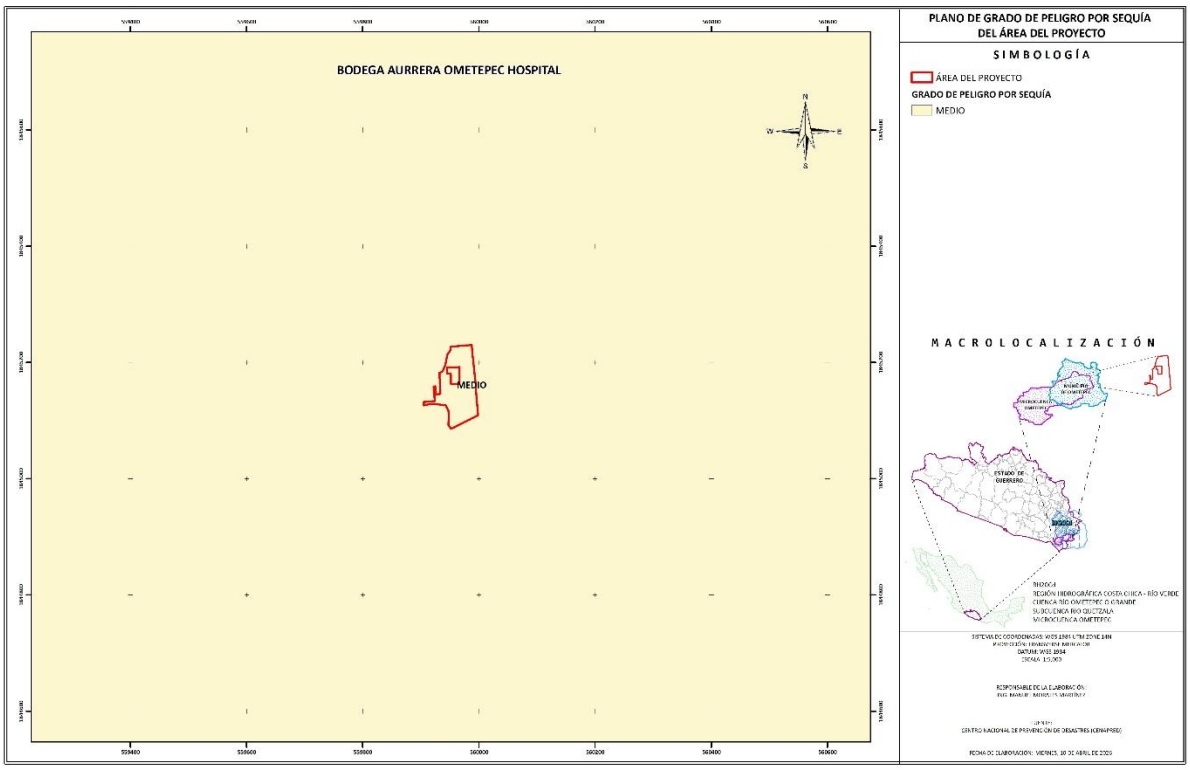


Figura IV.17. Grado de peligro por sequía en el AP.

Viento

Movimiento del aire de la atmósfera determinado, por su magnitud e intensidad, su dirección y sentido. La dirección y sentido se determina por medio de la veleta; la intensidad, por la velocidad del viento o por la presión que ejerce sobre una superficie normal.

Sistema ambiental

La mayor parte del SA se encuentra en una zona A con vientos que van de los 100 a 130 km/hr, así como en una zona B con vientos de 130 a 160 km/hr.

Área del proyecto

Mientras que en el AP solo se encuentra en la zona a con vientos de 100 a 130 km/hr. A continuación, se presenta lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro, así como las figuras representativas correspondientes:

Cuadro IV.10. Información del viento en CENAPRED para el SA y el AP.

ZONA	VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/hr)	GRADO	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
			SA	AP
A	100 a 130	BAJO	3,917.1636	0.689
B	130 a 160	MODERADO	1,172.8066	-
TOTAL			**5089.9702**	**0.6890**

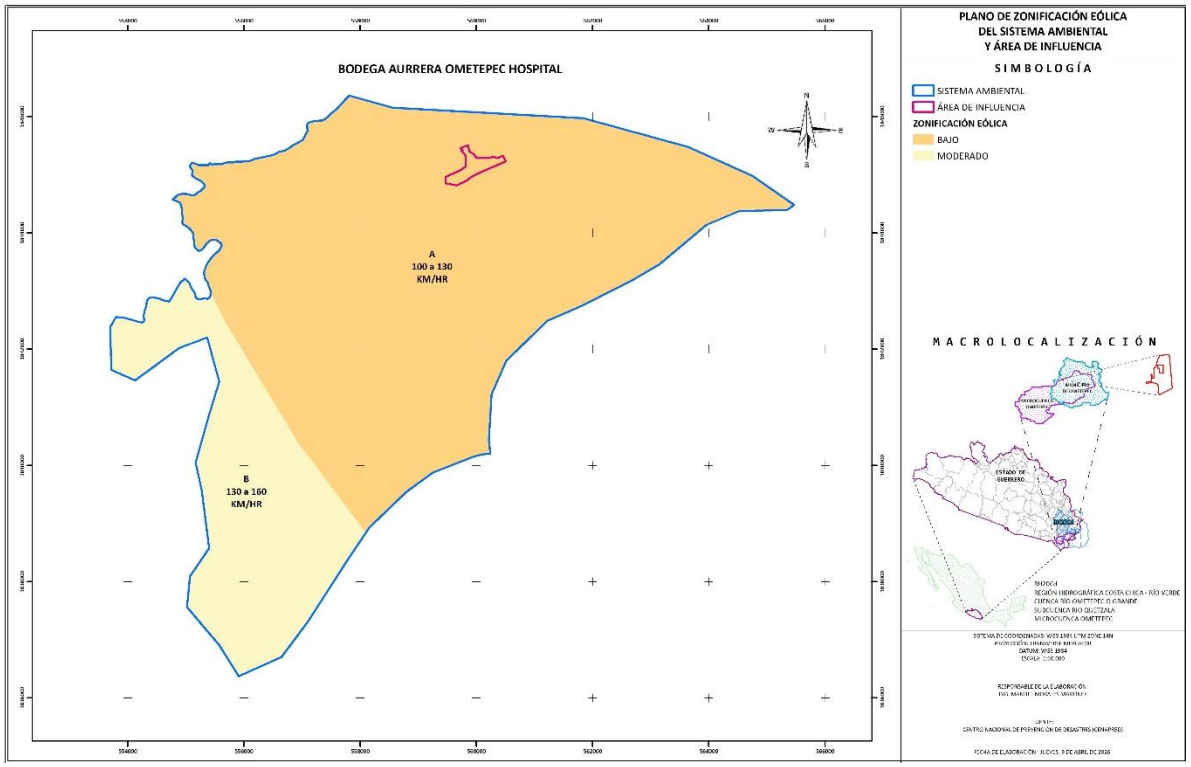


Figura IV.18. Zonificación eólica en el SA.

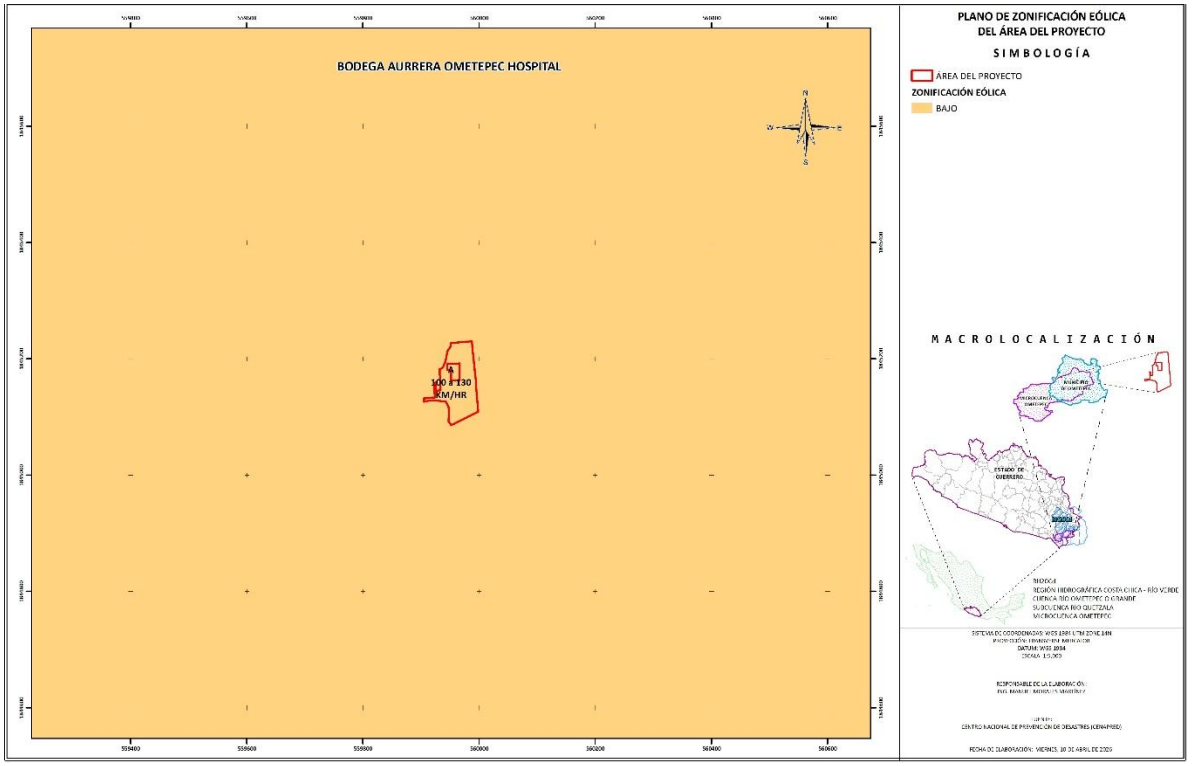


Figura IV.19. Zonificación eólica en el AP.

IV.2.1.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

Dentro del SA, se presentan distintos tipos de topoformas como sierras, lomerío, meseta, valles.

Área del proyecto

Asimismo, dentro del AP, se presentan un solo tipo de topoformas que es lomerío.

Sistema Ambiental
100-0/04 - Sierra Baja Compleja 205-0/01 - Lomerío Con Llanuras 602-0/04 - Valle Ramificado Con Lomerío
Área del proyecto
205-0/01 - Lomerío Con Llanuras

A continuación, se presenta una pequeña descripción de los diferentes tipos de topoformas encontrados:

Sierra

Línea de montañas.

Lomerío

Conjunto de lomas.

Valle

Depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río.

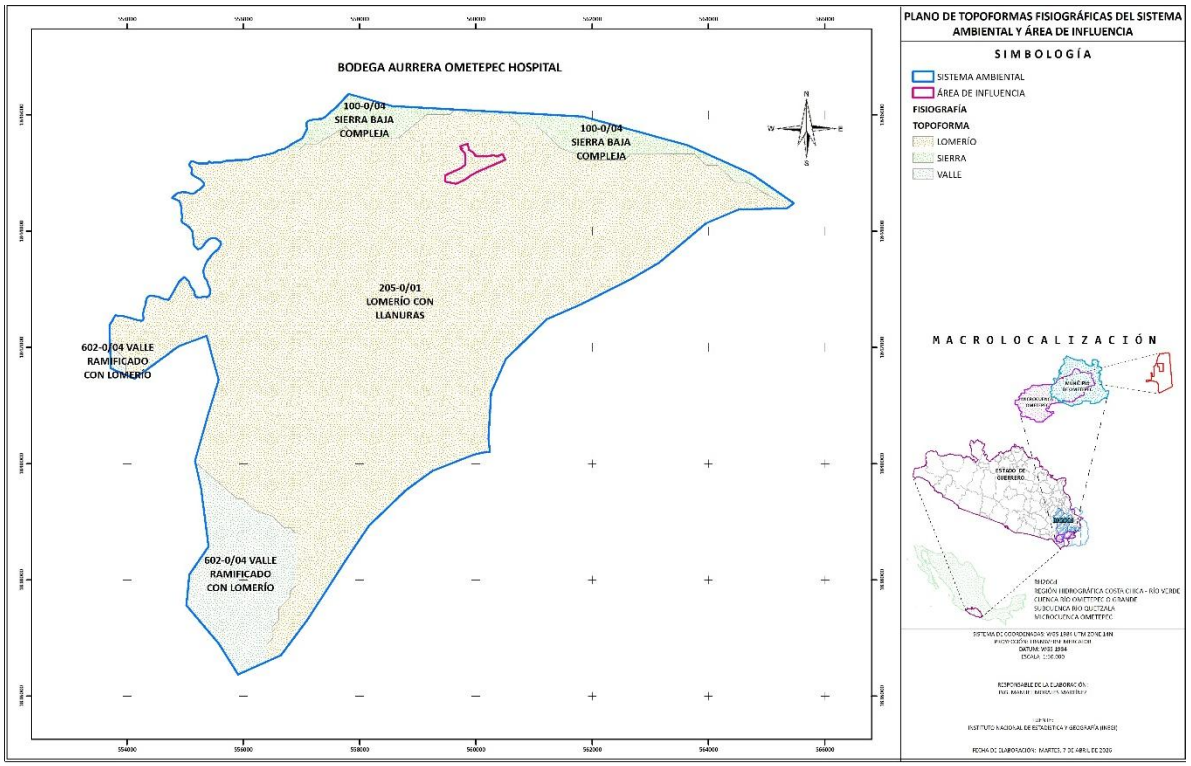


Figura IV.20. Topoformas del SA.

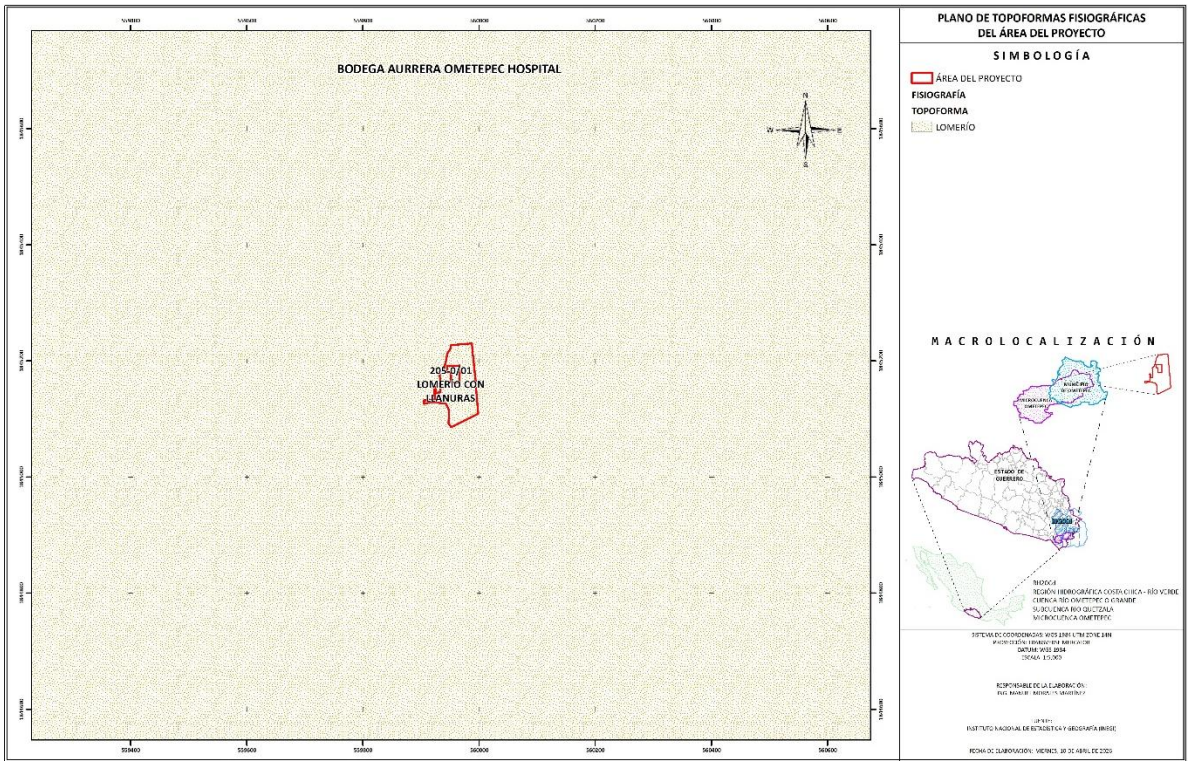


Figura IV.21. Topoformas del AP.

Regiones o provincias fisiográficas de México.

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica.

Esta diversidad topográfica desempeña un papel importante en las actividades económicas y sociales del país, puesto que influye en las características climáticas, en el tipo de suelo y la vida silvestre; lo cual, a su vez, repercute en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales e industriales, así como en los asentamientos humanos.

Para su estudio, el territorio nacional de México se puede dividir agrupando **regiones** que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares, las cuales se denominan **provincias fisiográficas**. Desde luego dentro de las regiones o provincias fisiográficas pueden existir variaciones y diferencias, que determinan la existencia de dos o más **subprovincias**.

Asimismo, existen áreas ubicadas dentro de las provincias que rompen bruscamente con esa unidad geológica y de paisaje, por ejemplo, la sierra volcánica del Pinacate que interrumpe el paisaje propio de la Llanura Soronense. A tales áreas no se les considera provincias fisiográficas en sí, ya que no tienen la extensión ni la variedad paisajística suficiente para poder ser divididas en subprovincias. A estas áreas se les define como discontinuidades fisiográficas.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, con base en las condiciones antes mencionadas ha divido para su estudio al territorio mexicano en 15 provincias fisiográficas, que describen e integran el relieve del país con sus características más sobresalientes. Cabe resaltar que los límites políticos no suelen ajustarse a los naturales, por eso, algunas de las 15 provincias se comparten con los países vecinos; en el caso de la Gran Llanura de Norteamérica, en el norte del país, que es una pequeña penetración en México

de un área que se extiende hasta Canadá, y de la provincia llamada Cordillera Centroamericana, la cual ocupa una mayor superficie en los países ubicados al sur de la frontera mexicana. Es importante señalar que estas provincias fisiográficas, se subdividen en 73 subprovincias 13 discontinuidades.

Las provincias que se encuentran en el territorio mexicano son las siguientes:



Figura IV.22. Provincias fisiográficas de la República Mexicana.

A continuación, se presentan las provincias reconocidas en el país.

Cuadro IV.11. Provincias fisiográficas de México.

Provincias fisiográficas de México
1. Península de la Baja California
2. Llanura Sonorense
3. Sierra Madre Occidental
4. Sierras y Llanuras del Norte
5. Sierra Madre Oriental
6. Grandes Llanuras de Norteamérica
7. Llanura Costera del Pacífico
8. Llanura Costera del Golfo Norte
9. Mesa del Centro
10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico
11. Península de Yucatán
12. Sierra Madre del Sur
13. Llanura Costera del Golfo Sur
14. Sierra de Chiapas y Guatemala
15. Cordillera Centroamericana

- **Provincias**

Sistema ambiental y Área del proyecto

Tanto el SA como el AP se encuentran inmersos en la provincia Sierra Madre del Sur. A continuación, se presenta una breve descripción de ésta, así como los planos representativos de cada unidad.

Sierra Madre Del Sur: Esta provincia limita al norte con la del Eje Neovolcánico, al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero. Está considerada como la más completa y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la Placa de Cocos. Esta es una de las placas móviles que integran la litosfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al suroeste y oeste de las costas, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado de subducción donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra.

La provincia tiene una litología muy completa en la que las rocas intrusivas cristalinas, especialmente los granitos y las metamórficas, tienen más importancia que en la mayoría de las provincias del norte. Los climas subhúmedos, cálidos y semicálidos imperan en gran parte de la provincia, pero en ciertas regiones elevadas, incluyendo algunas con extensos terrenos planos como los Valles Centrales de Oaxaca, los climas son semisecos, templados y semifríos, en tanto que al oriente, en los límites con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas. La vegetación que predomina en la depresión del Balsas en las regiones sur - orientales de la provincia es la selva baja caducifolia, los bosques de encinos y de coníferas ocupan las zonas más elevadas, y la selva mediana subcaducifolia, se extiende sobre toda la franja costera del sur. Aparte de esta vegetación hay en la provincia una de las comunidades florísticas más ricas del mundo. La región manifiesta, además, un alto grado de endemismo (riqueza en especies exclusivas del lugar)

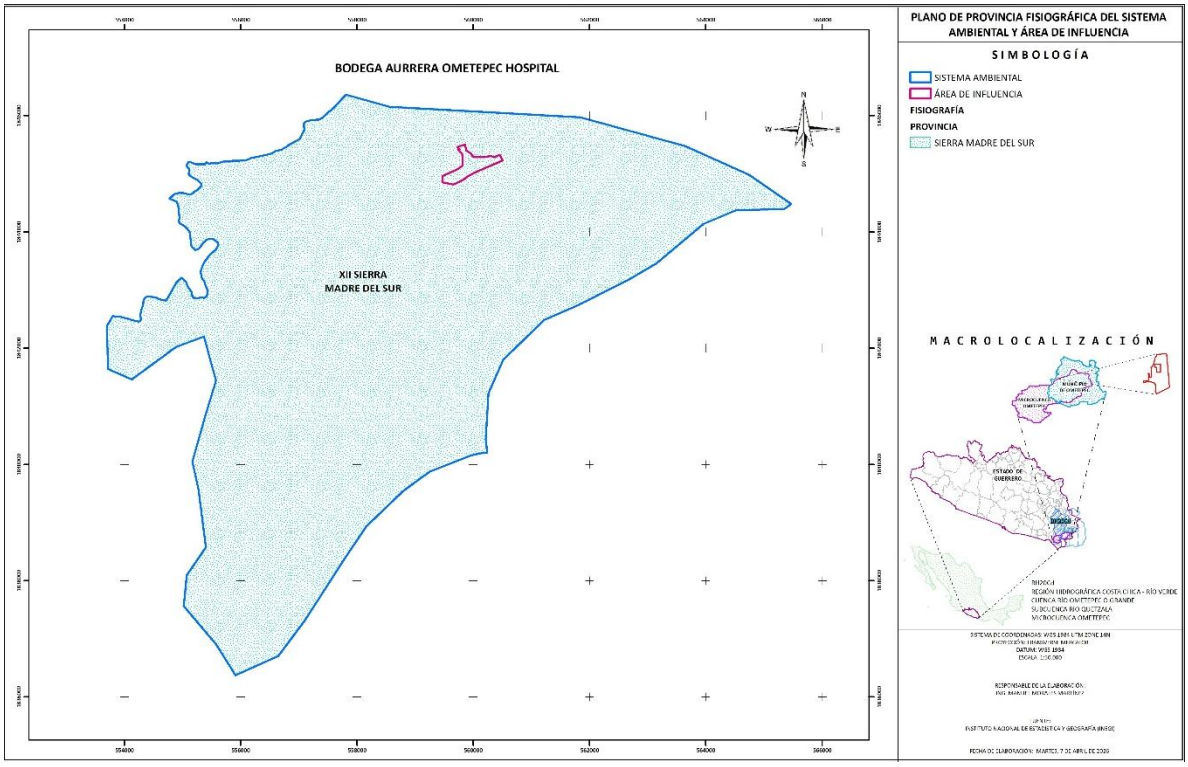


Figura IV.23. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el SA.

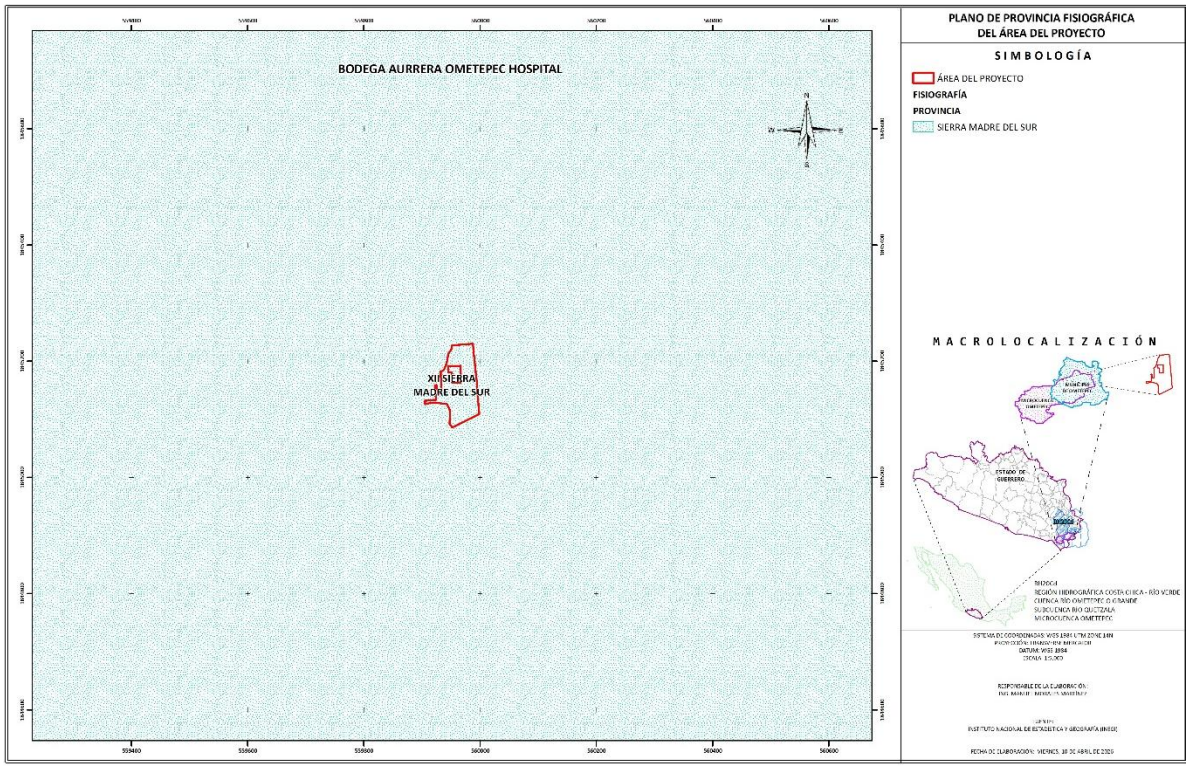


Figura IV.24. Provincia fisiográfica en la que se encuentra el AP.

Subprovincias

Sistema ambiental y Área del proyecto

Tanto el SA como el AP se encuentran inmersos en la subprovincia Costas del Sur. A continuación, se presenta una breve descripción de ésta, así como los planos representativos de cada unidad.

Costas Del Sur: La Subprovincia Costas del Sur comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que está orientada más o menos en sentido noroeste-sureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, en el límite entre Colima y Michoacán, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. Está conformada por sierras, llanuras y lomeríos; las primeras se localizan a lo largo del límite norte de la subprovincia, se aproximan al litoral cerca de San Pedro Pochutla y Salina Cruz y están constituidas predominantemente por rocas metamórficas precámbricas, aunque en el oriente se encuentran rocas metamórficas y sedimentarias del Cretácico, ígneas intrusivas del Mesozoico e ígneas extrusivas del Terciario. Las llanuras se encuentran a lo largo de la faja costera, cubiertas por suelos del Cuaternario principalmente; y los lomeríos se ubican entre las sierras y las llanuras, y sólo dos de las unidades llegan al litoral, una en Puerto Ángel y otra en Barra de La Cruz.

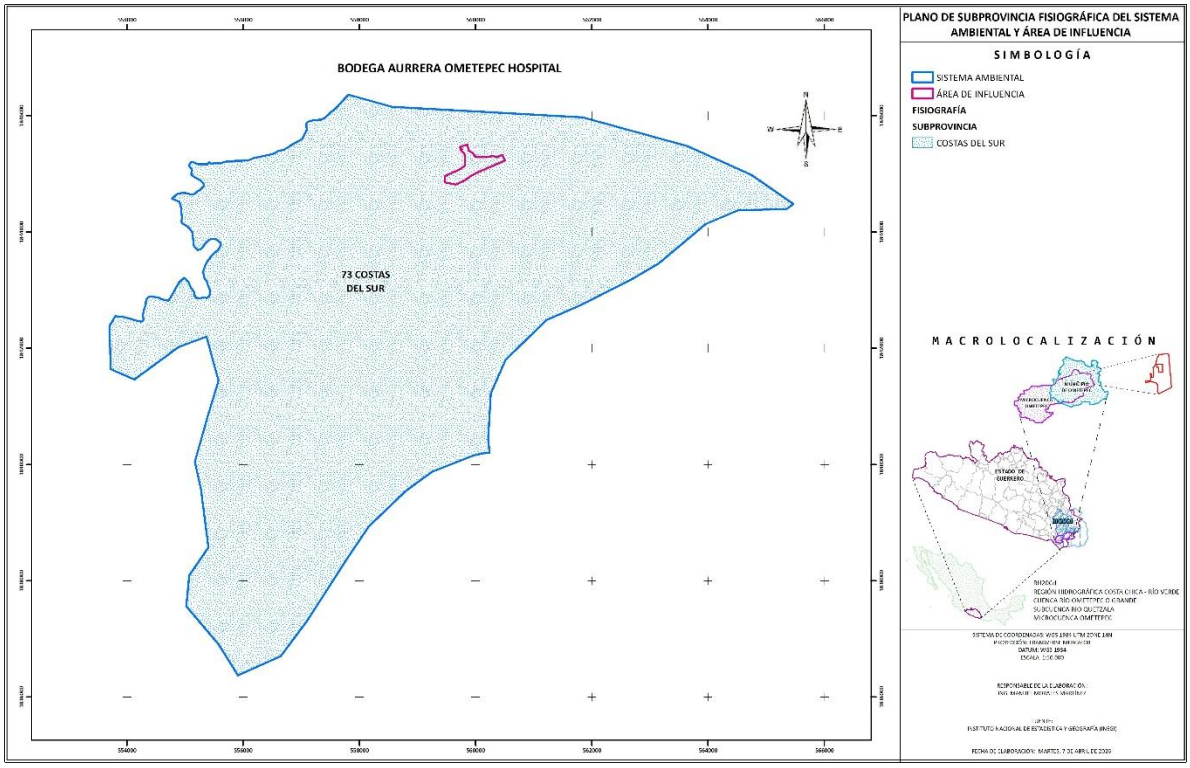


Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el SA.

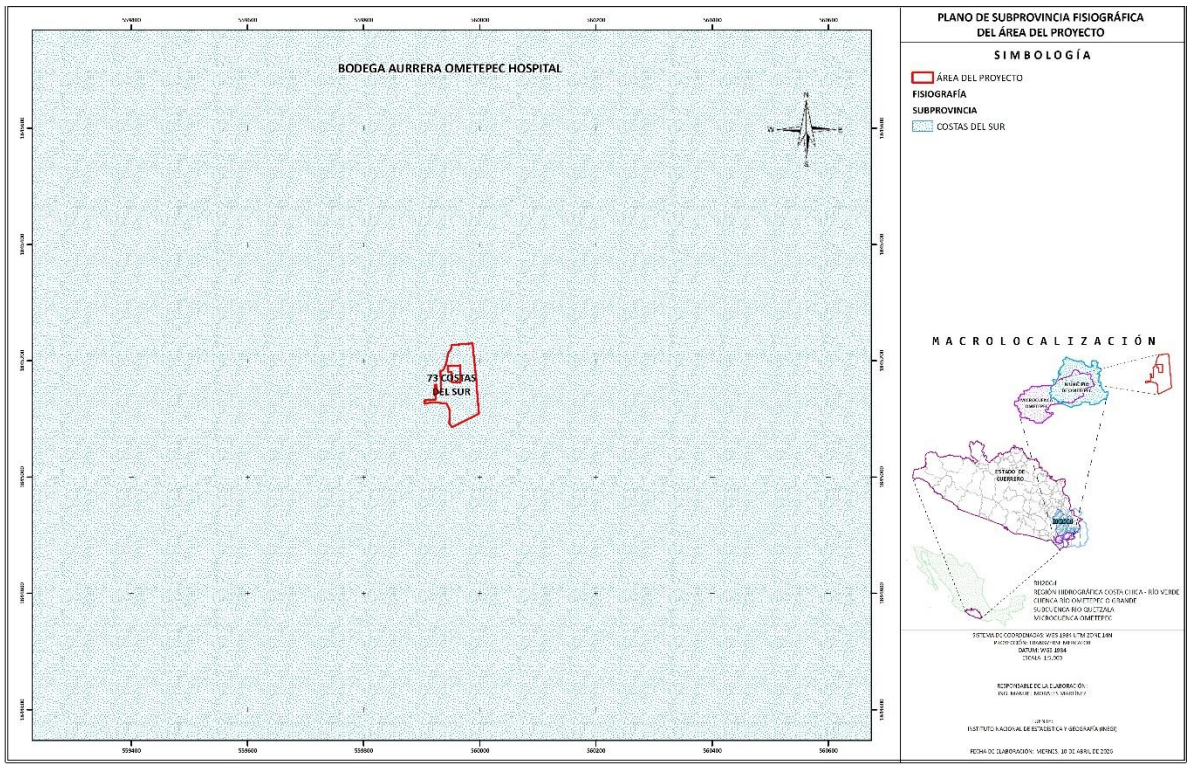


Figura IV.26. Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el AP.

Pendiente

Sistema ambiental

Con base en la cartografía INEGI se determinó el plano de pendientes existentes en el SA, en la cual predomina el rango de pendientes de 8 - 30%.

Área del proyecto

De la misma forma que en el SA, con base en la cartografía INEGI se determinó el plano de pendientes existentes en el AP, en donde se determina que la pendiente predominante es la que se encuentra en el rango de 0 – 8%. A continuación, se presentan los resultados de porcentajes de pendientes en las unidades de análisis y sus planos correspondientes:

Cuadro IV.12. Pendientes en el SA y en el AP.

RANGO DE PENDIENTE	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
0 - 8	2,077.4232	0.6890
8 - 30	2,433.7940	-
> 30	578.7530	-
TOTAL	**5089.9702**	**0.6890**

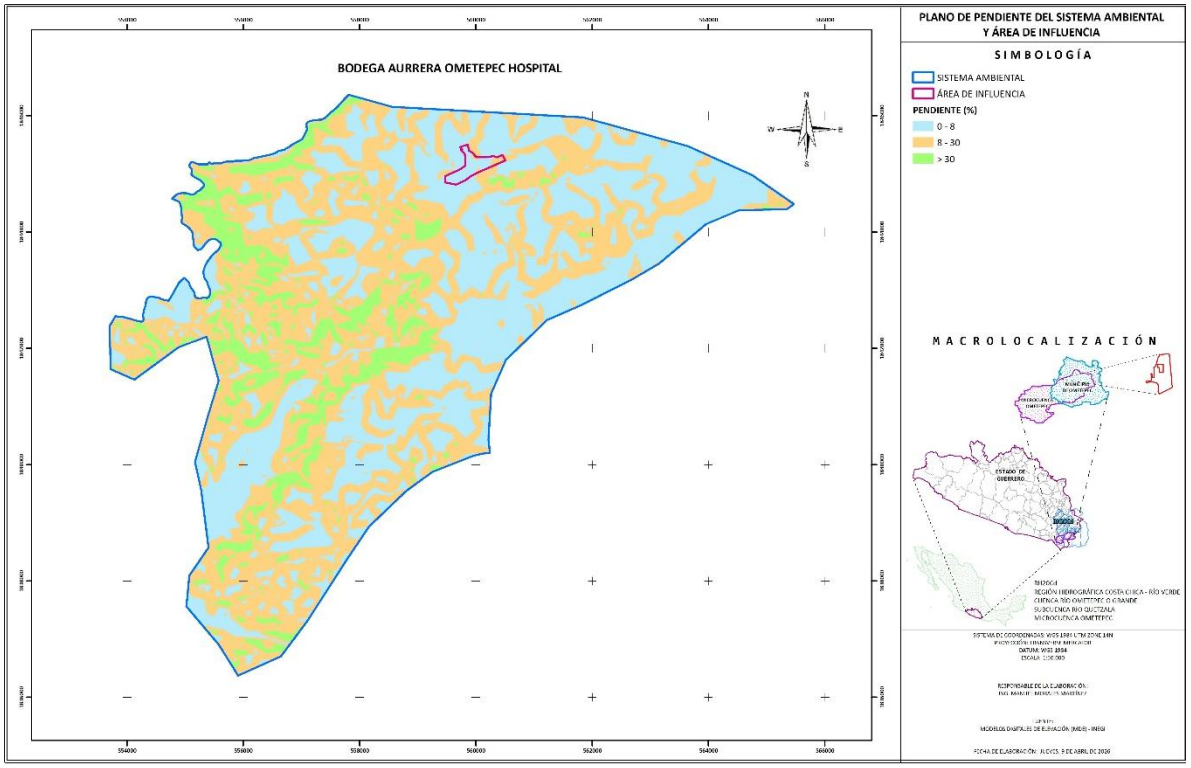


Figura IV.27. Pendientes en el SA.

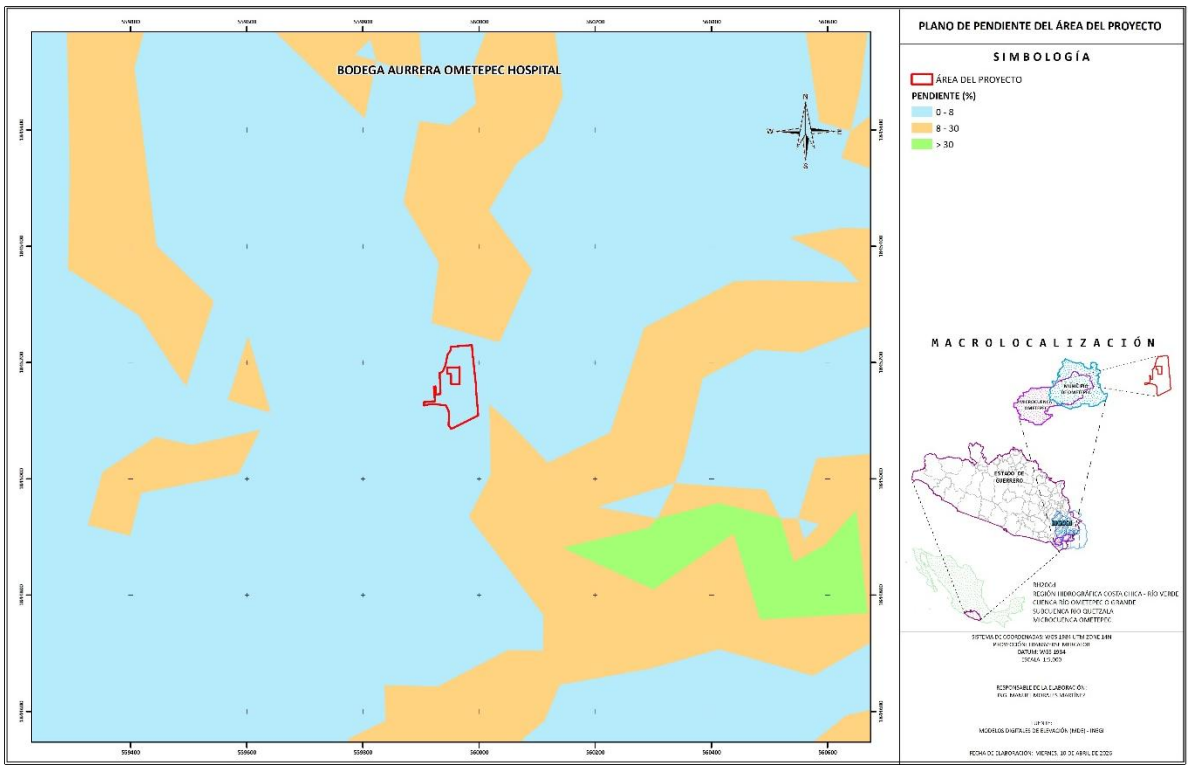


Figura IV.28. Pendientes en el AP.

Fallas y fracturas

La palabra fractura proviene del latín fracturas, que significa "quebrar" y se ha empleado para referirse a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficiales de baja cohesión.

Sistema ambiental

Dentro de la superficie del SA, no se encuentra ninguna falla o fractura de relevancia, las más cercanas son en dirección Noroeste-Sureste y Norte-Sur.

Área del proyecto

Como en el caso anterior, en el AP, no se encuentra ninguna falla o fractura de relevancia, las más cercanas son en dirección Noroeste-Sureste y Norte-Sur. A continuación, se presenta la distancia a la que se encuentran las fallas y fracturas, de las unidades de análisis, y sus correspondientes planos:

Cuadro IV.13. Fallas y fracturas cercanas al SA y al AP.

TIPO	DIRECCIÓN	DISTANCIA (KM)	
		SA	AP
FRACTURA	Noroeste-Sureste	5.01	10.21
FRACTURA	Norte-Sur	10.82	16.32

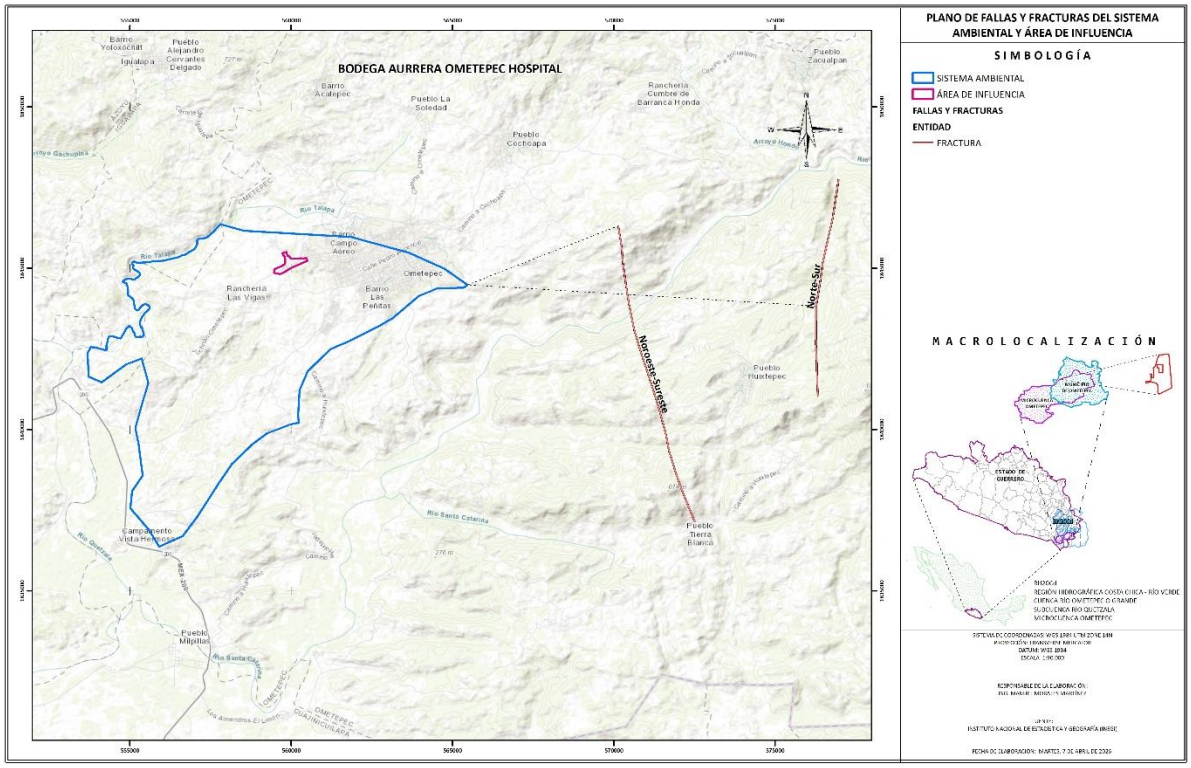


Figura IV.29. Fallas y Fracturas cercanas al SA.

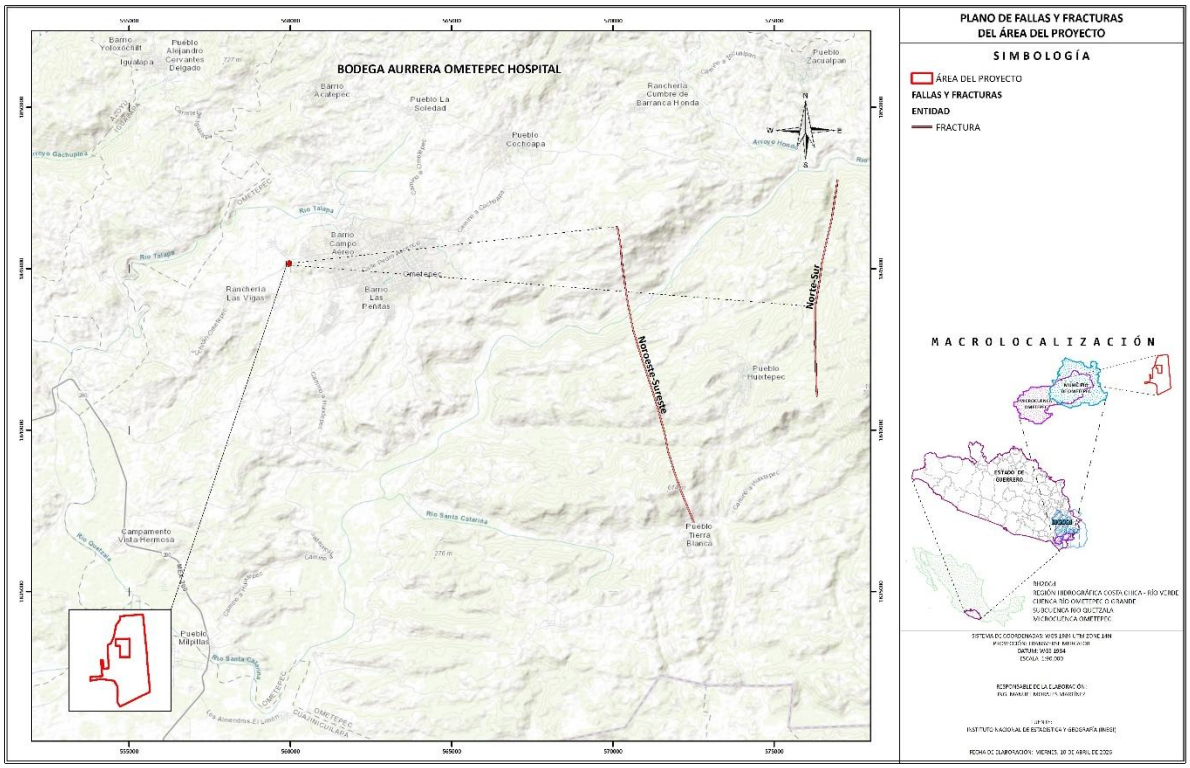


Figura IV.30. Fallas y Fracturas cercanas al AP.

Exposición

Sistema ambiental

De acuerdo con las exposiciones presentes en el SA, la predominante es la *Sur*.

Área del proyecto

Para el caso del AP, la exposición predominante es la que corresponde a la dirección *Suroeste*. A continuación, se presentan las diferentes exposiciones en las unidades de análisis y los planos correspondientes:

Cuadro IV.14. Exposiciones en el SA y el AP.

DIRECCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
PLANO	80.4182	-
NORTE	574.7628	-
NORESTE	288.2068	-
ESTE	345.4447	-
SURESTE	629.5936	-
SUR	842.7504	-
SUROESTE	779.1209	0.3994
OESTE	794.1640	0.1532
NOROESTE	755.5088	0.1364
TOTAL	**5089.9702**	**0.6890**

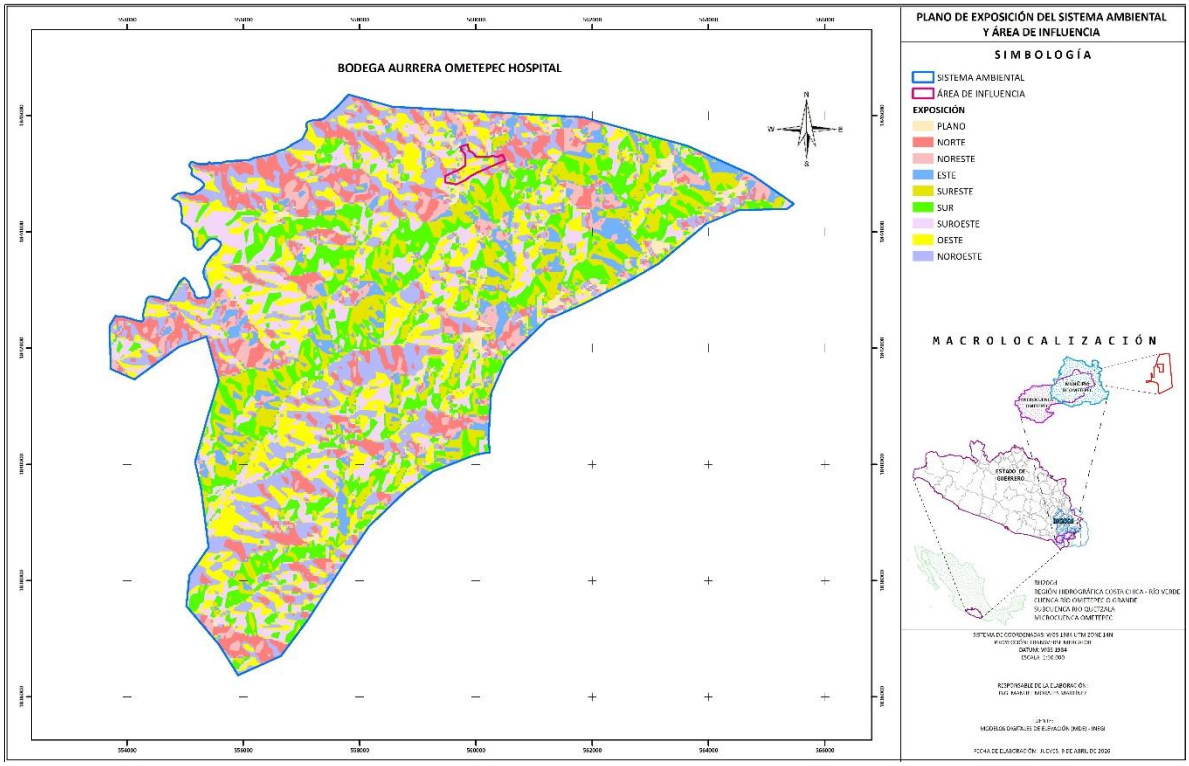


Figura IV.31. Exposiciones en el SA.

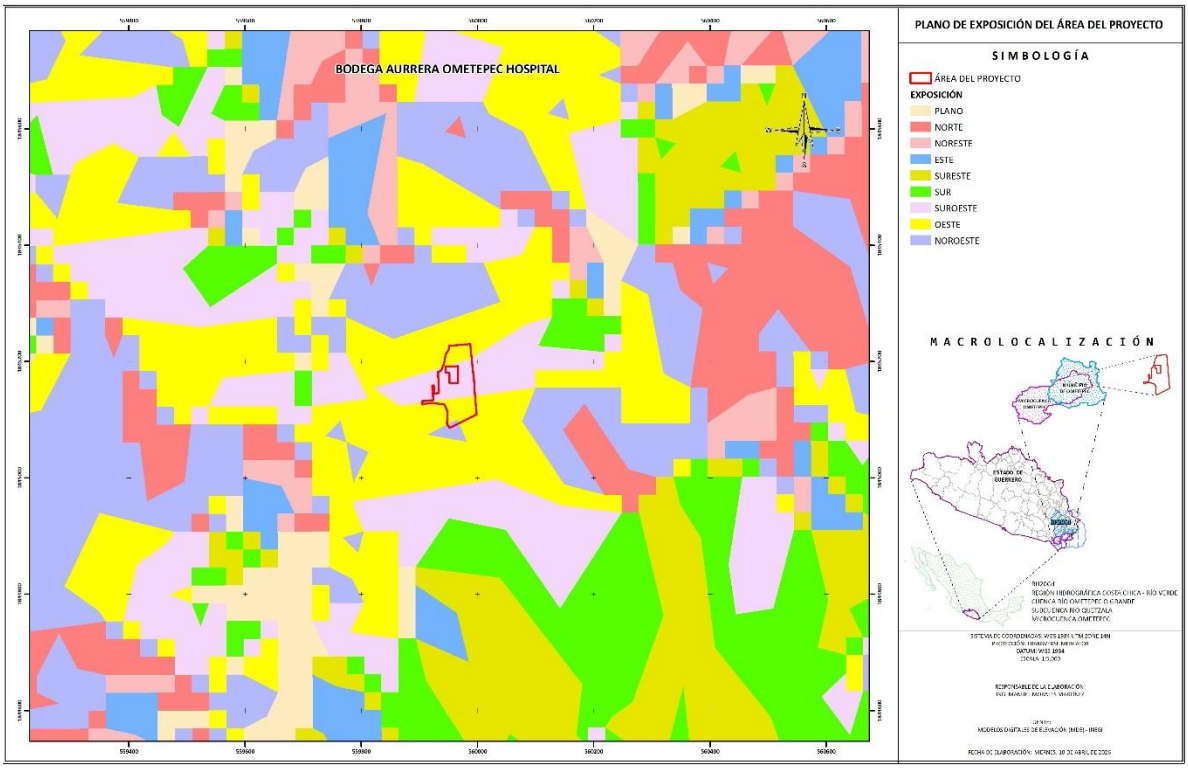


Figura IV.32. Exposiciones en el AP.

Geología

La geología presente en las áreas de análisis corresponden a la era Mesozoica, a continuación, se presenta la descripción de las fórmulas de rocas presentes en las unidades de análisis, tomadas de la cartografía de INEGI, https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/:

Sistema Ambiental y Área del Proyecto
J(Gn) Era Mesozoico con clase Metamórfica de tipo Gneis y sistema Jurásico

A continuación, se presenta una pequeña descripción de los diferentes tipos de topoformas encontrados:

✓ Mesozoico

Las rocas de la era Mesozoica (252-66 Ma) son principalmente sedimentarias y carbonatadas, formadas durante la ruptura de Pangea y la invasión marina, destacando calizas, margas, lutitas y areniscas. Son cruciales económicamente, ya que albergan importantes yacimientos de petróleo, gas y carbón. Además, se produjeron rocas ígneas intrusivas y efusivas (basaltos).

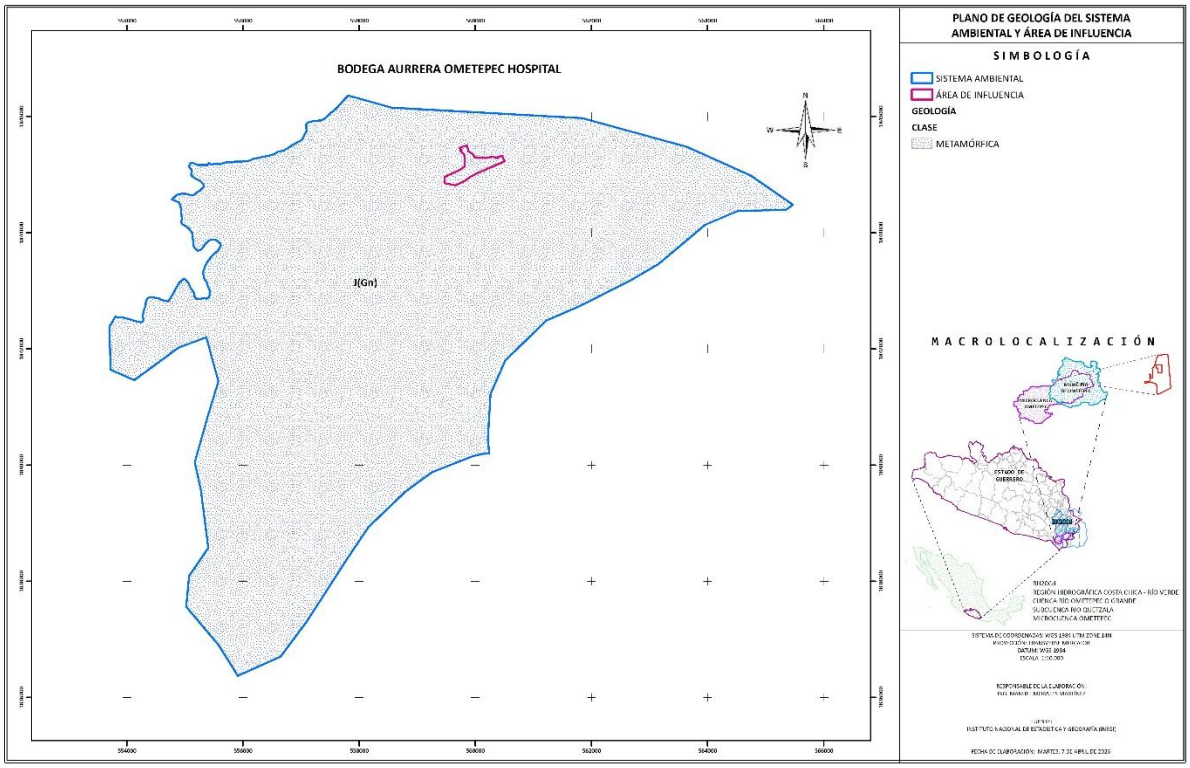


Figura IV.33. Características geológicas del SA

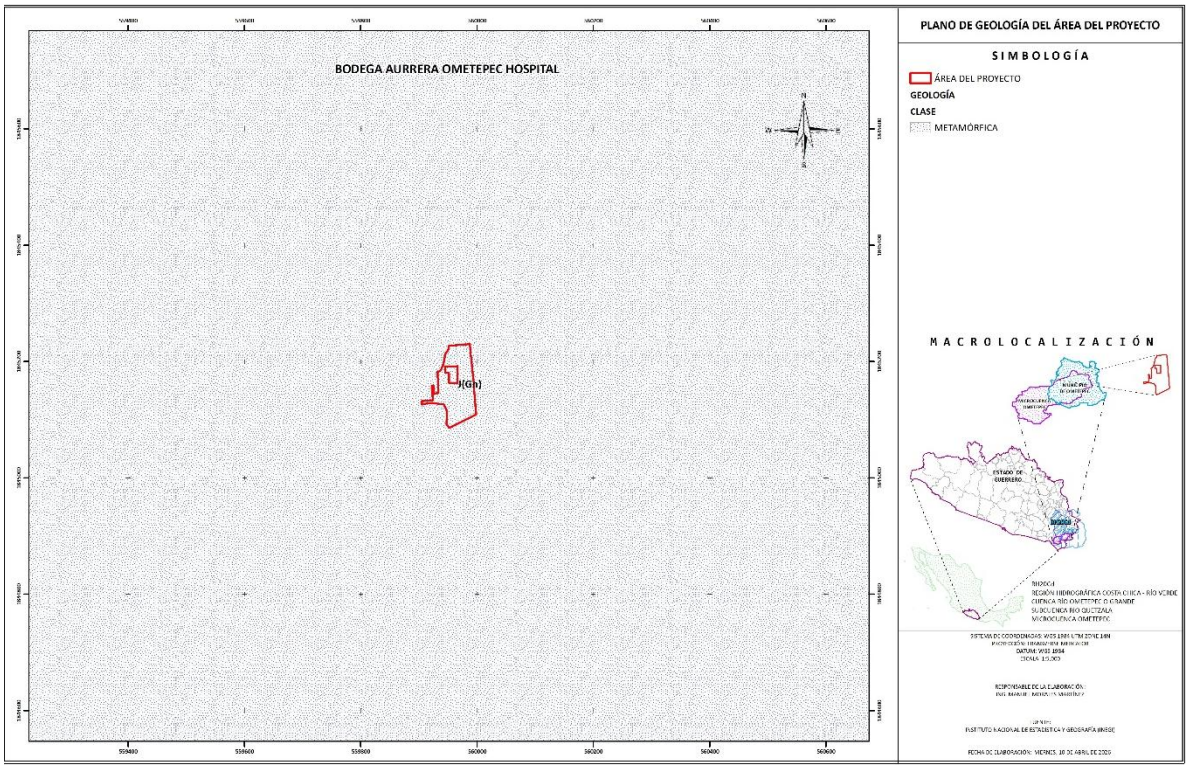


Figura IV.34. Características geológicas del AP.

Principales elevaciones

El relieve está formado por todo aquello que sobresale de una superficie plana o que la modifica. El concepto suele emplearse para denominar a las elevaciones y las depresiones que se encuentran en nuestro planeta.

Sistema ambiental

El SA no se encuentra dentro de ninguna elevación de importancia las más cercanas son El Cerro del Burro y El cero del Mezcaltepec.

Área del proyecto

El AP no se encuentra dentro de ninguna elevación de importancia. A continuación, se describen las más cercanas tanto para el SA como para el AP y sus respectivos planos:

Cuadro IV.15. Elevaciones cercanas al CUS.

TIPO	NOMBRE	DISTANCIA (KM)	
		SA	AP
Cerro	EL BURRO	63.05	68.51
Cerro	MEZCALTEPEC	88.09	91.15

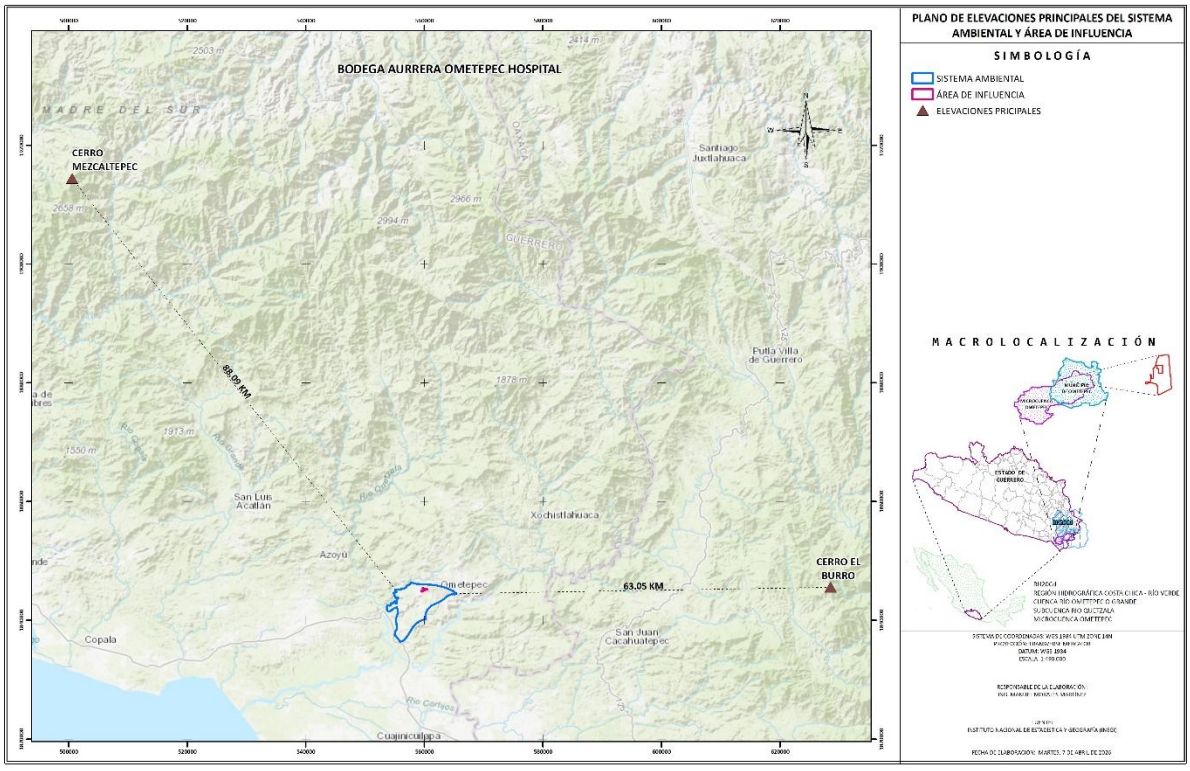


Figura IV.35. Elevaciones más cercanas al SA.

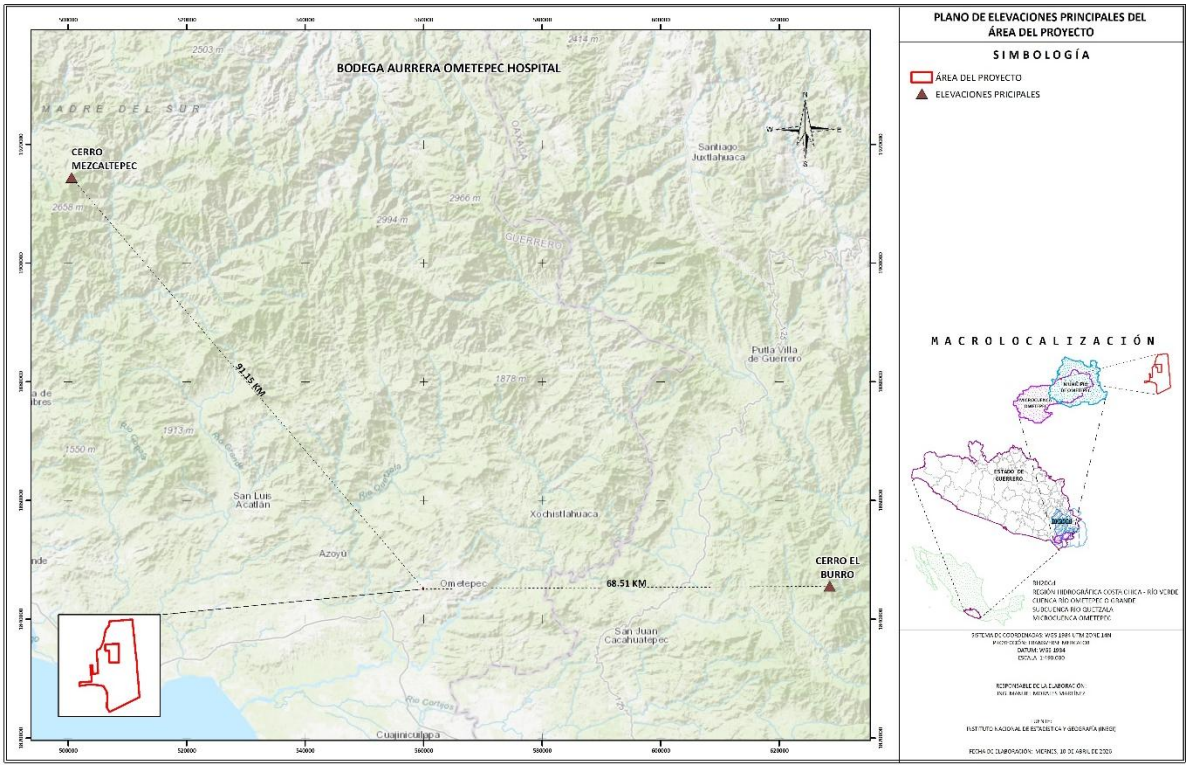


Figura IV.36. Elevaciones más cercanas al AP.

Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra dentro de la Zona 1 Pacífico Sur, la cual es una región potencial de deslizamientos.

Área del proyecto

Del mismo modo, el Área del proyecto se encuentra dentro de la Zona 1 Pacífico Sur, la cual es una región potencial de deslizamientos. A continuación, se presentan los planos descriptivos para cada unidad de análisis:

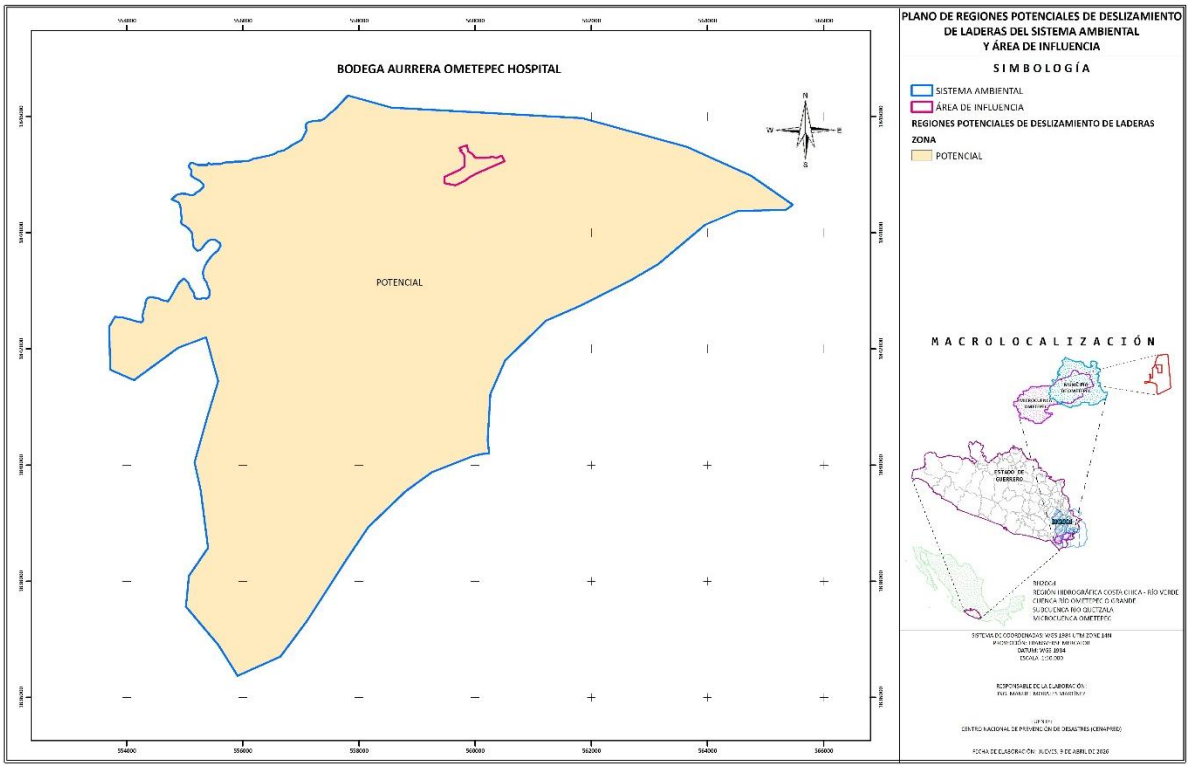


Figura IV.37. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA.

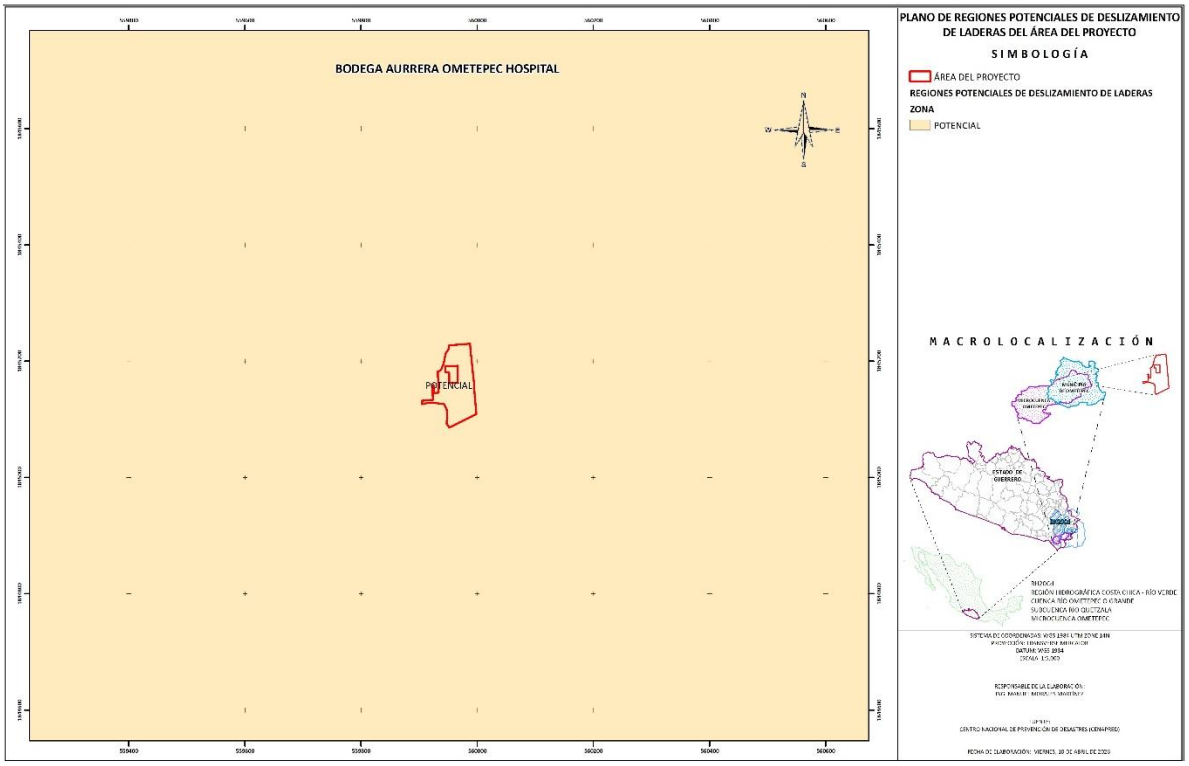


Figura IV.38. Región potencial de deslizamientos de laderas del AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

Toda la superficie del SA se encuentra en la zona D, lo que corresponde a un peligro muy alto por sismicidad.

Área del proyecto

Como en el caso anterior, el área del AP se encuentra en la zona D, lo que corresponde a un peligro por sismicidad *muy alto.* A continuación, se presenta el cuadro con la información mencionada, así mismo, los planos descriptivos correspondientes:

Cuadro IV.16. Sismicidad del SA y del AP.

ZONA	CLASE DE PELIGRO	TOPO	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
			SA	AP
D	Grandes sismos frecuentes, aceleración del terreno >70% de la gravedad	Muy Alto	5,089.9702	0.6890
TOTAL			**5089.9702**	**0.6890**

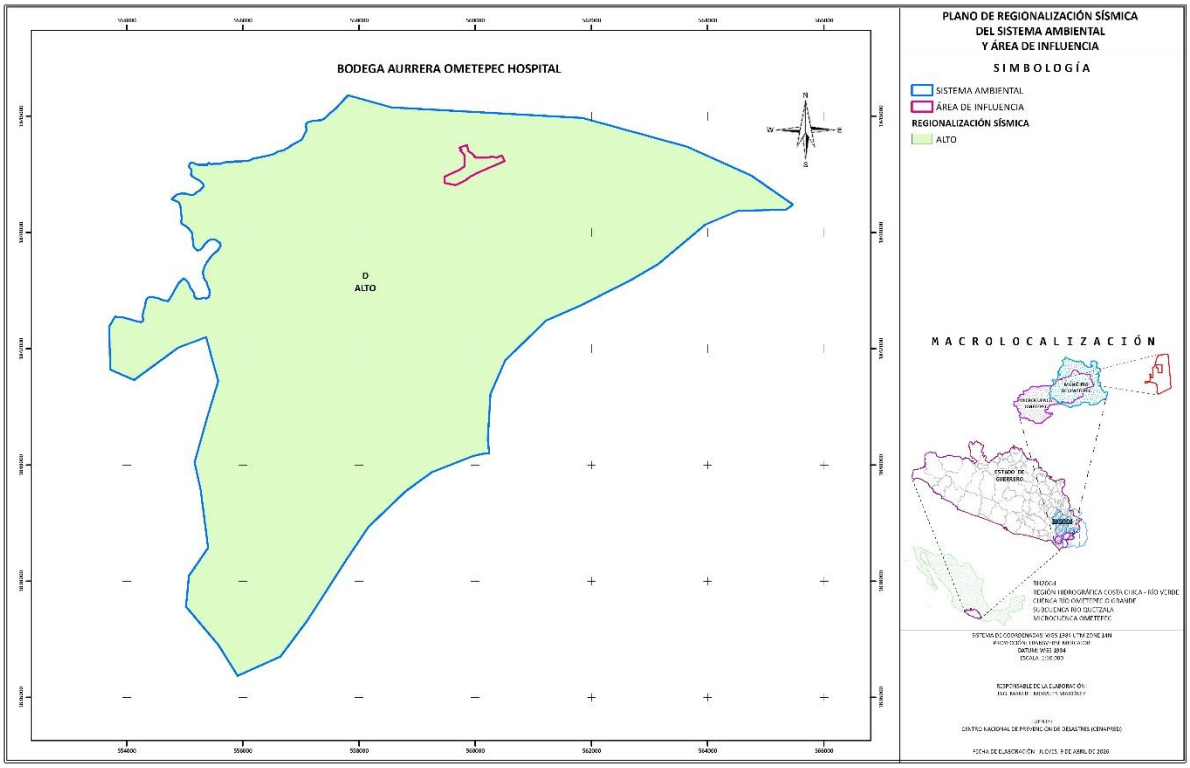


Figura IV.39. Regionalización sísmica del SA.

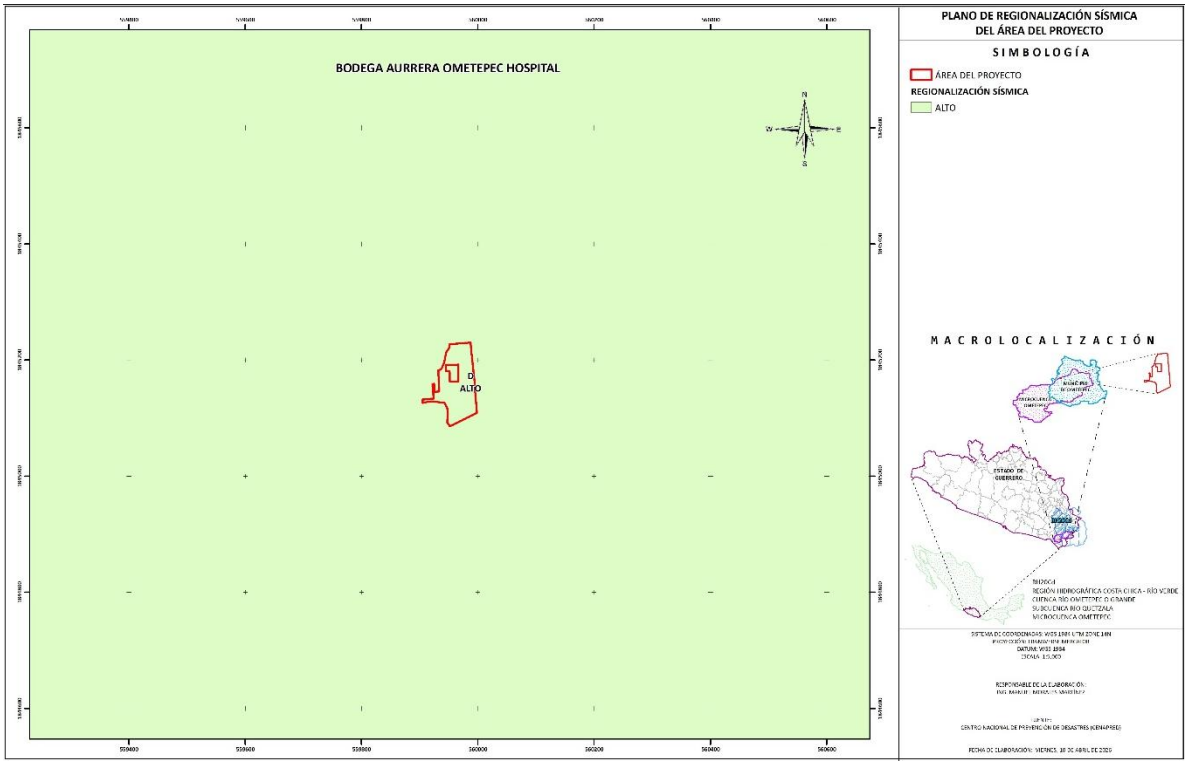


Figura IV.40. Regionalización sísmica del AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El sistema ambiental en su mayoría presenta un riesgo por inundación *alto.*

Área del proyecto

De igual manera, el AP presenta un riesgo por inundación *alto.* A continuación, se presenta la información mencionada y sus respectivos planos descriptivos:

Cuadro IV.17. Riesgos por inundaciones en el SA y en el AP.

DIRECCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (HA)	
	SA	AP
Alto	5,089.9702	0.6890
TOTAL	**5089.9702**	**0.6890**

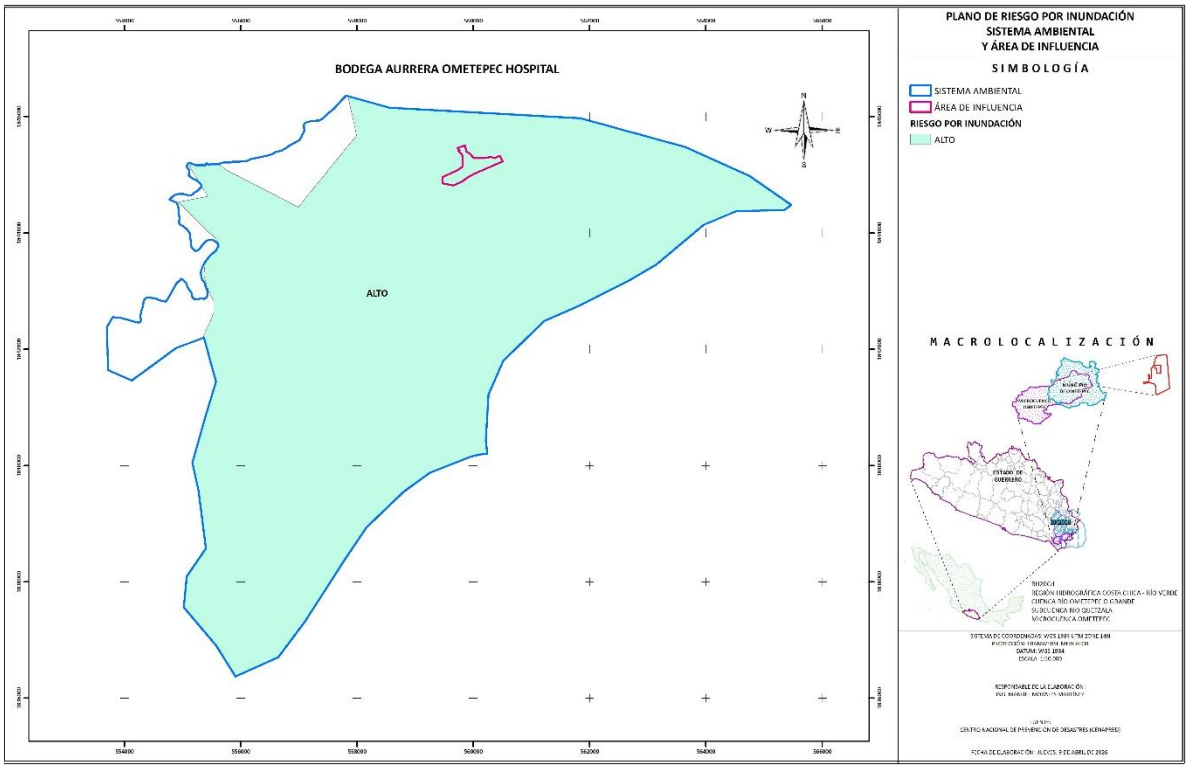


Figura IV.41. Riesgo por inundación dentro del SA.

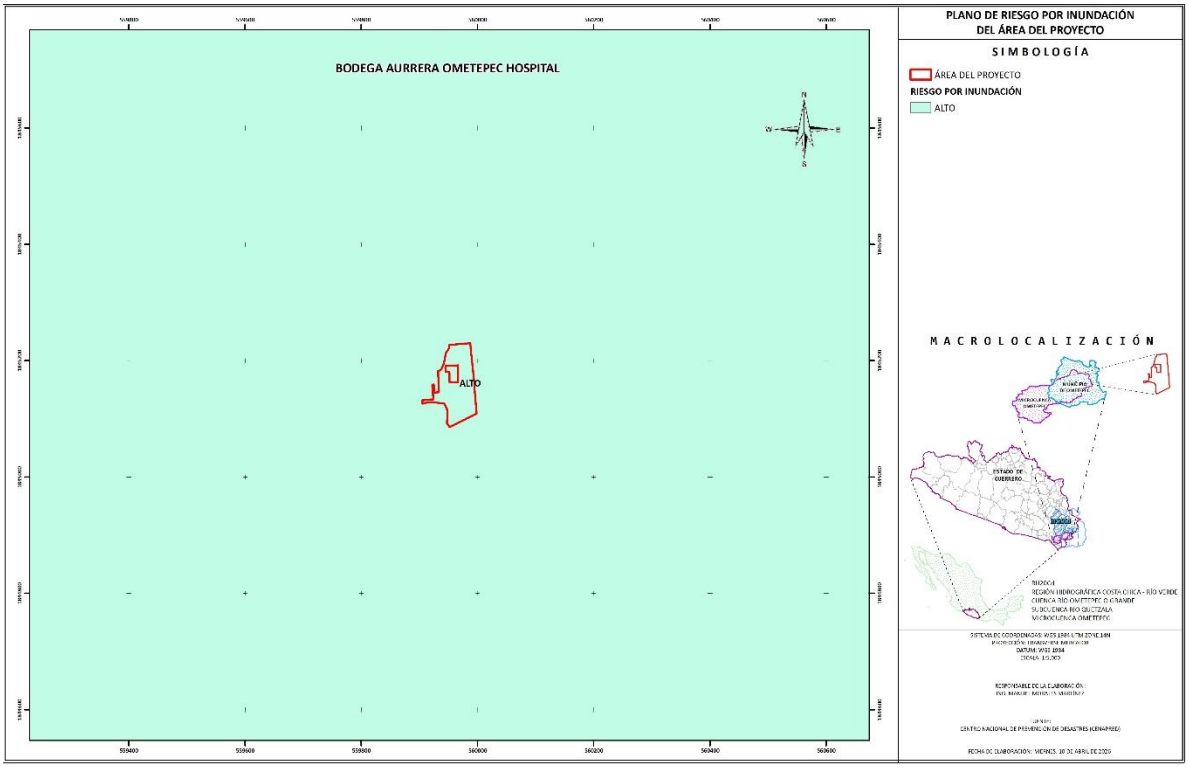


Figura IV.42. Riesgo por inundación dentro del AP.

Vulcanismo

Sistema ambiental

El SA *no se encuentra dentro de ningún tipo de volcán.*

Área del proyecto

Del mismo modo, el AP *no se encuentra dentro de ningún tipo de volcán,* a continuación, se describen los más cercanos para cada unidad de análisis y se presentan sus planos descriptivos:

Cuadro IV.18. Volcanes cercanos a las UA.

TIPO	NOMBRE	DISTANCIA (KM)	
		SA	AP
Caldera	Zitacuaro	354.25	305.74
Estratovolcán	Nevado de Toluca	299.74	301.98
Campo volcánico	Chichinautzin	274.02	275.72
Domo	Papayo	289.82	291.06
Estratovolcán	Iztaccihuatl	275.31	276.23
Estratovolcán	Popocatepetl	258.22	259.04
Estratovolcán	La Malinche	283.59	284.52
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdan-Oriental	303.58	304.89
Campo volcánico	La Gloria	316.51	318.16
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Las Cumbres	298.75	300.48
Estratovolcán	Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	285.58	287.29

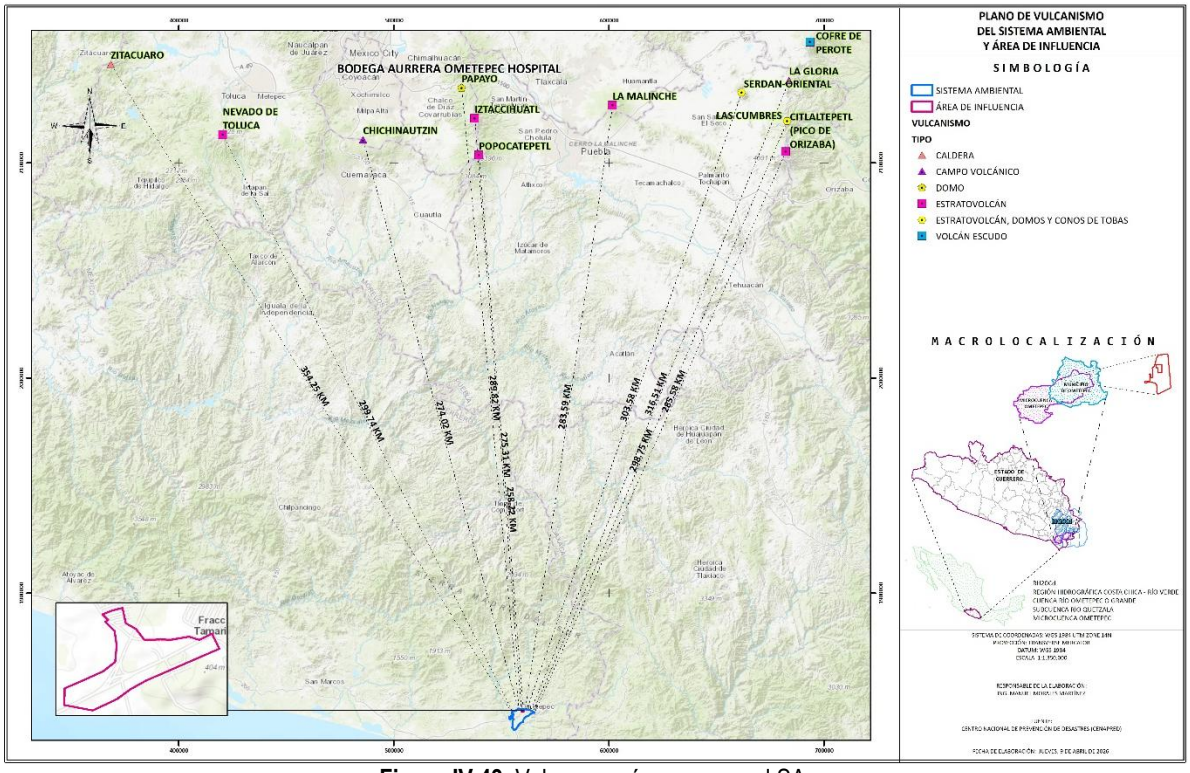


Figura IV.43. Volcanes más cercanos al SA.

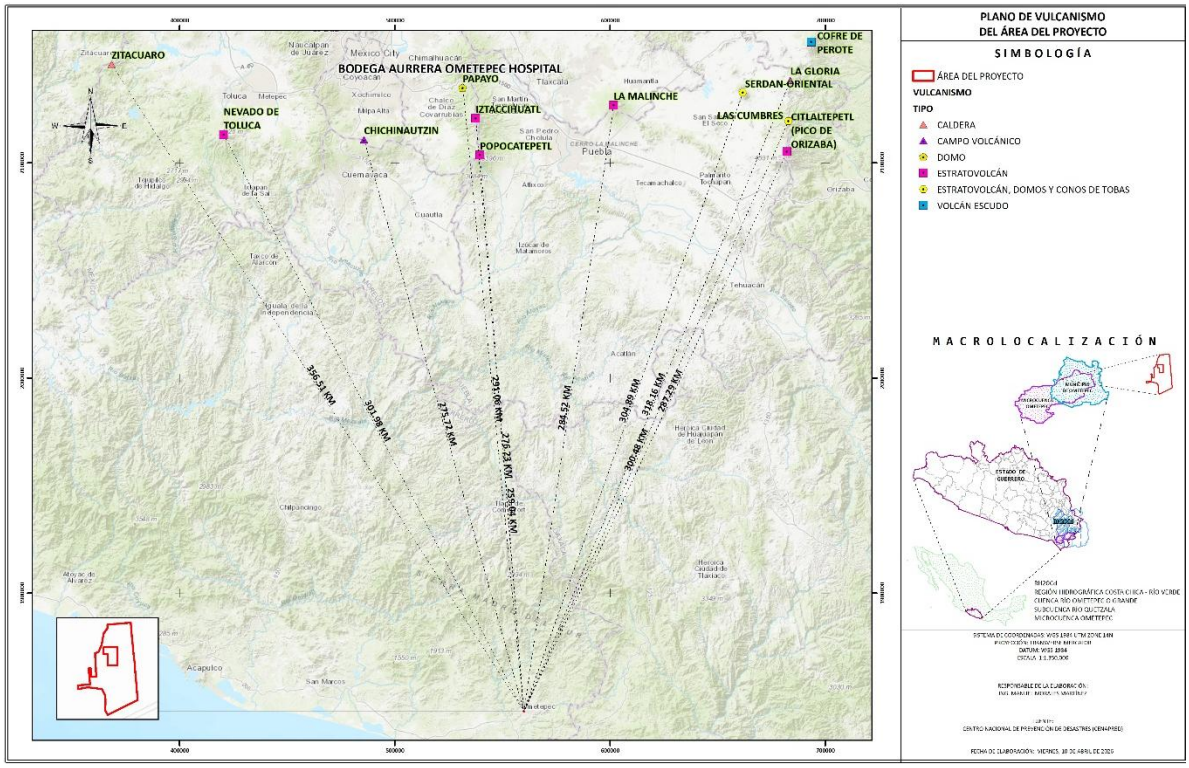


Figura IV.44. Volcanes más cercanos al AP.

IV.2.1.5 EDAFOLOGÍA

La edafología es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

Sistema ambiental

Específicamente, los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA son *Regosol* y *Fluvisol.*

Área del proyecto

Respecto al AP, se presenta el tipo de suelo ***Regosol eútrico: Re+Bc+Be/2/L***. A continuación, se presenta una breve descripción de los tipos de suelo de las unidades de análisis:

- **Regosol**

Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. En Jalisco y otros estados del centro se cultivan granos con resultados de

moderados a bajos. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables. El símbolo cartográfico para su representación es (R).

- **Fluvisol**

Del latín fluvius, río. Suelos con abundantes sedimentos fluviales, marinos o lacustres en periodos recientes y que están tradicionalmente sobre planicies de inundación, abanicos de ríos o marismas costeras. Tienen buena fertilidad natural y son atractivos históricamente para los asentamientos humanos de nuestro país. Los Fluvisoles con influencia de marea son suelos ecológicamente valiosos en los que la vegetación original debe preservarse. Se localizan principalmente en las llanuras intermontanas y valles abiertos o ramificados de Coahuila, Nuevo León, Sonora y la Península de Baja California, así como en el área de influencia de los principales ríos de Sinaloa, Veracruz y Chiapas.

También se presentan los planos descriptivos de los tipos de suelo presentes en las unidades de análisis:

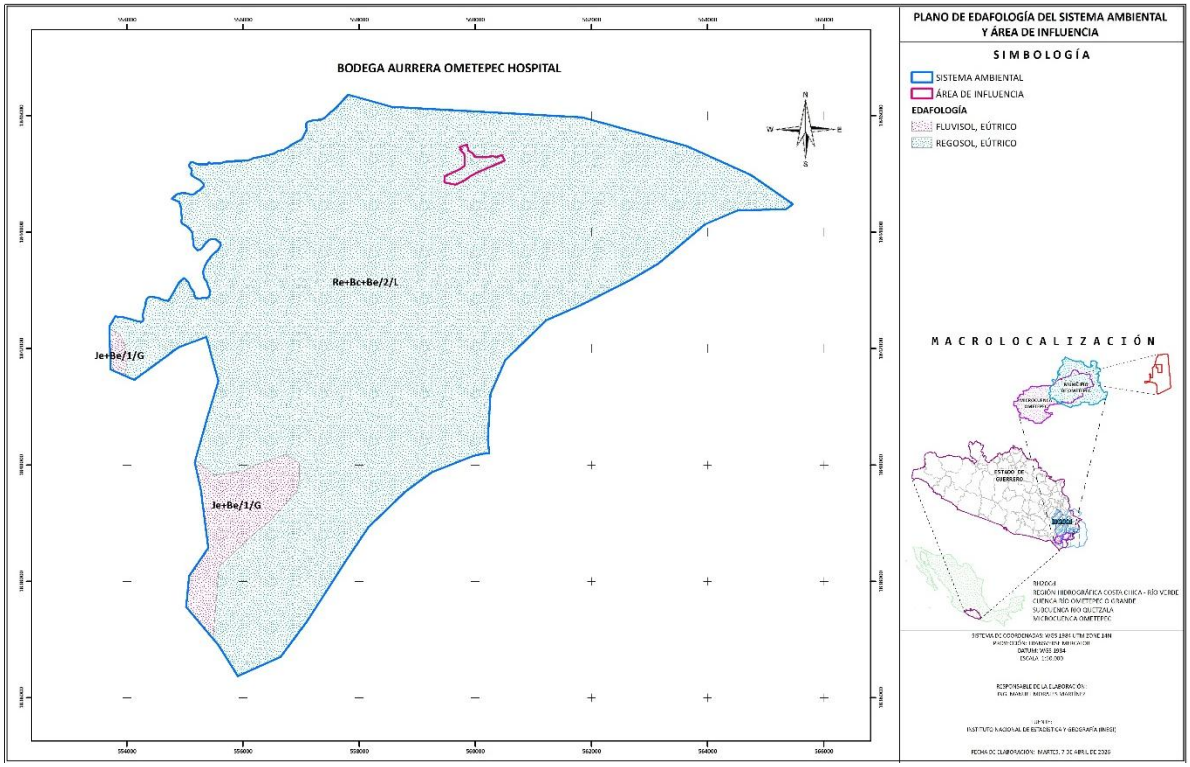


Figura IV.45. Tipos de suelo en el SA.

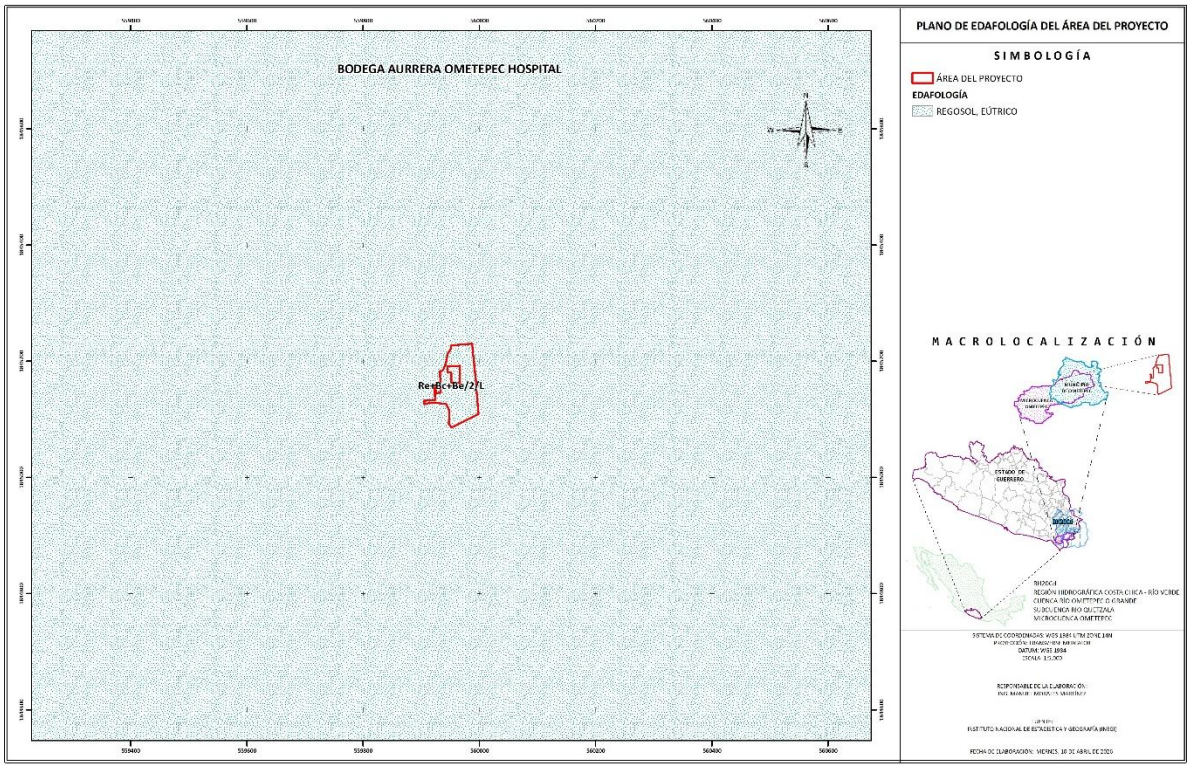


Figura IV.46. Tipo de suelo en el AP.

Tipos y grados de erosión

La superficie de la tierra es modelada por procesos exogénicos y endógenos. Los primeros tienden a nivelar, mientras que los últimos tratan de formar un nuevo relieve. Estos procesos operan en direcciones opuestas y, por lo tanto, la superficie terrestre que vemos en la actualidad no es resultado de un solo cataclismo modelador, sino el producto de cambios tan infinitamente lentos, que se hacen notables solamente después de un largo tiempo. La erosión es uno de los aspectos de este proceso constante de cambios, donde el hombre participa en forma directa.

Debido a que se ha demostrado la presencia de procesos erosivos casi en cualquier área, independientemente de la presencia de cobertura vegetal, se han planteado varias clasificaciones para definir o asignar categorías respecto a la magnitud y forma de estos procesos erosivos. Estas categorías van desde simples como el indicar una condición baja, moderada y alta, hasta algunas muy complejas que demandan estudios específicos para definir en cual se incurre. Por lo que es necesario conocer la pérdida del que ocurre actualmente en la superficie donde se establecerá el proyecto.

Las metodologías para la estimación de la tasa de erosión en un terreno determinado están basadas en modelos que incluyen las variables: pendiente, precipitación, cobertura de la vegetación, tipo y textura de suelo.

Si bien es cierto que uno de los modelos generados para estimar la tasa erosiva expresada en toneladas/hectárea/año, es la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS), también lo es, el hecho de que a la misma se le han generado variantes a fin de hacer estimaciones más sencillas, aunque no por ello menos precisas.

Estas variantes han incurrido en el uso de sistemas de información geográfica donde se ha buscado la generación de indicadores en función de los aspectos previamente indicados (pendiente, precipitación, tipo y textura de suelo, así como la cobertura vegetal presente).

Por tal motivo, a fin de obtener datos objetivos se toma la metodología desarrollada por la SEDUE (1988), en donde a través de ensayos mediante la sobreposición de capas de pendiente, suelo, precipitación y cobertura vegetal en un SIG, lograron establecer coeficientes a fin de correr modelos con alto grado de precisión.

Existen dos tipos de erosión, diferenciadas por el elemento natural que las ocasiona y que son:

1) Erosión hídrica,

2) Erosión eólica.

La metodología utilizada se desarrolla en el **ANEXO 7. METODOLOGÍA DE EROSIÓN Y BH_SA Y AP.** donde se determinó la perdida de suelo existente en las superficies de interés (sistema ambiental y área del proyecto) así como la erosión que existirá en el cambio de uso de suelo después de haber llevado a cabo las actividades contempladas en el mismo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la metodología desarrollada por la SEDUE (1988).

Sistema ambiental

El SA presenta una erosión hídrica alta y una eólica que se considera "sin erosión".

Cuadro IV.19. Erosión hídrica y eólica actual en el SA.

EROSIÓN ACTUAL									
Erosión	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**Erosión (ton/ha/año)**	**Clase de degradación**
E. Hídrica	228.81		242.49	2.00	0.29	3.50	0.23	**115.46**	Alta
E. Eólica	228.81	0.00			1.37		0.23	**0.00**	Sin erosión

Área del proyecto

Para el caso del área del proyecto en las condiciones actuales, la erosión hídrica es ligera mientras que la erosión eólica es sin erosión.

Cuadro IV.20. Erosión hídrica y eólica en el AP.

EROSIÓN										
Erosión	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**Erosión (ton/ha/año)**	**Clase de degradación**	**Erosión por polígono (ton/año)**
E. Hídrica	228.81		242.49	1.00	0.30	0.35	0.13	**3.31**	Ligera	2.28
E. Eólica	228.81	0.00			1.25		0.13	**0.00**	Sin erosión	0.00

NOTA: se anexa la memoria de cálculo de la erosión en el capítulo VIII (ANEXO 12. MEMORIA DE CÁLCULO, CAPÍTULO IV, EROSIÓN.)

IV.2.1.6 HIDROLOGÍA

* **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

Sistema ambiental

El Sistema ambiental se encuentra ubicado dentro de la región hidrográfica “RH20” Costa Chica-Rio Verde, en la cuenca “RH20C” Río Ometepec o Grande, subcuenca “RH20Cd” Río Quetzala y la microcuenca 20-081-05-002. Basándose en la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

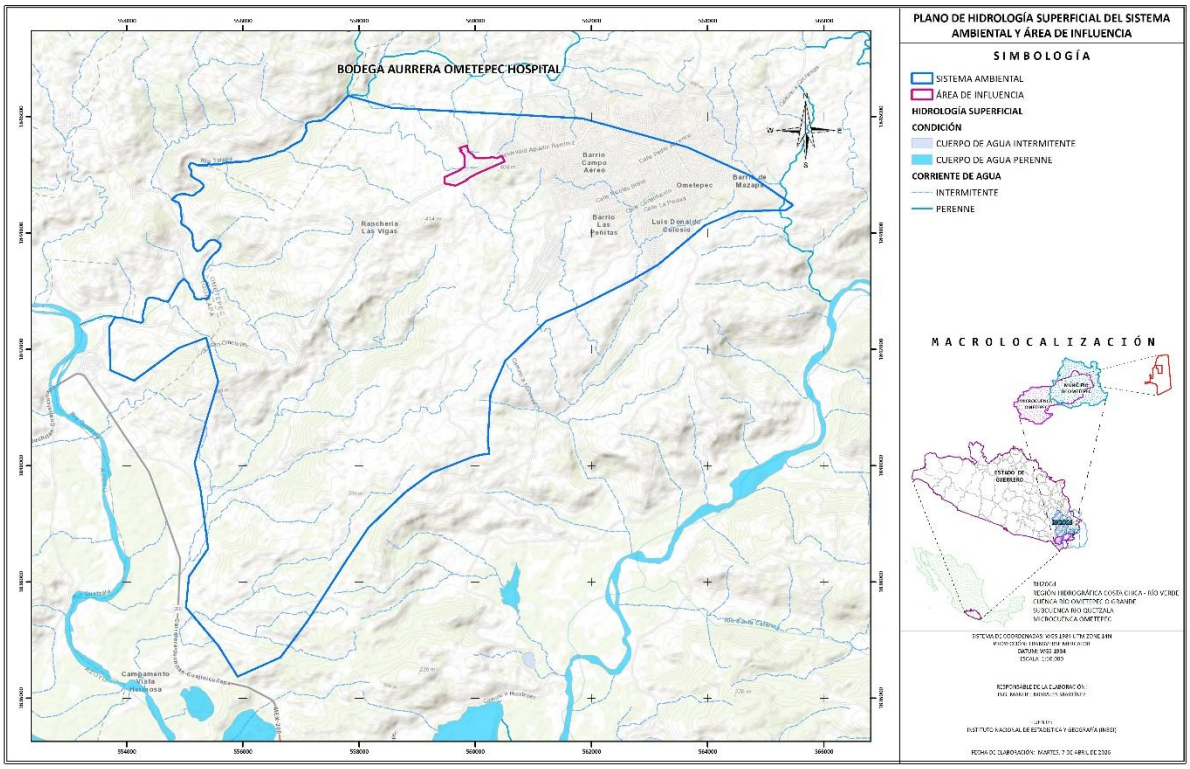


Figura IV.47. Hidrología superficial del SA.

Área del proyecto

El área del proyecto al igual que el sistema ambiental se encuentra ubicado dentro de la región hidrográfica “RH20” Costa Chica-Rio Verde, en la cuenca “RH20C” Río Ometepec o Grande, subcuenca “RH20Cd” Río Quetzala y la microcuenca 20-081-05-002. Basándose en la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Dentro del AP se indica que se encuentra una corriente de agua de tipo intermitente, como se muestra en el plano de hidrología superficial (Figura IV.48).

Sin embargo, cabe mencionar que este cause no tiene continuidad ya que el AP se encuentra rodeado por el Libramiento Ometepec y la Carretera José Agustín Ramírez, como se observa en la imagen satelital que se muestra a continuación.

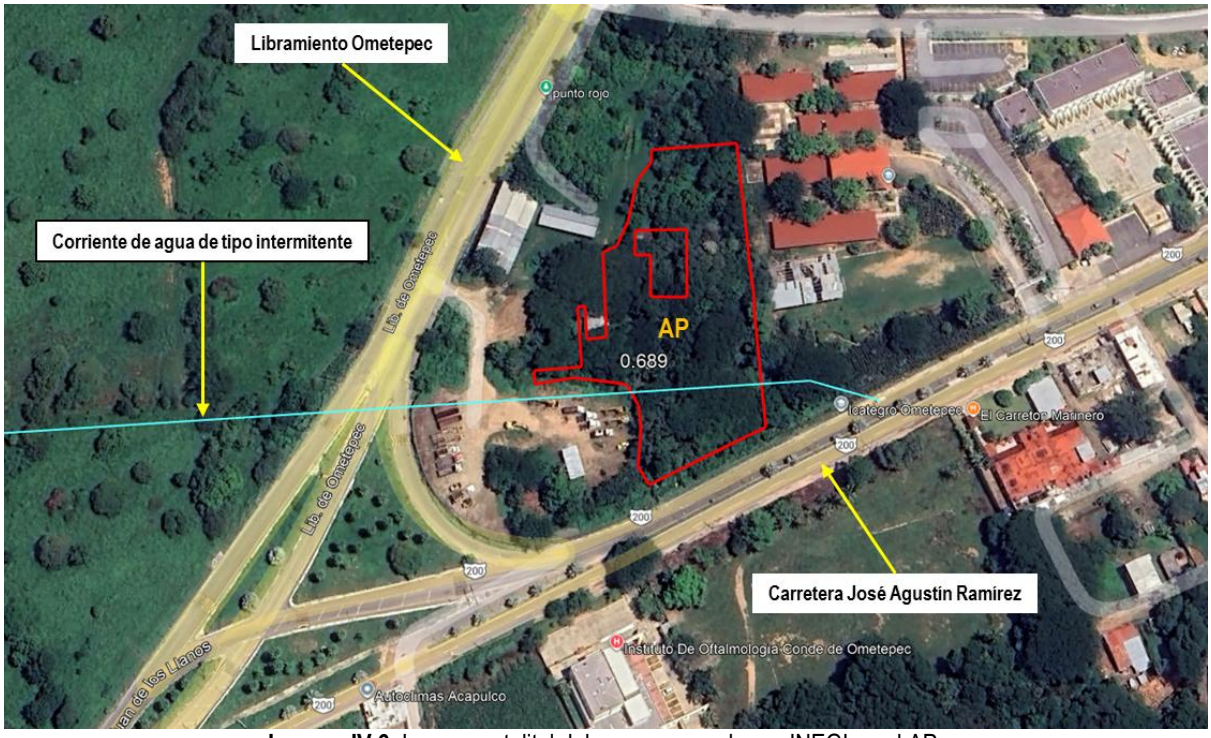


Imagen IV.6. Imagen satelital del cauce marcado por INEGI en el AP.

Y puesto que solo queda un remanente que está dentro del CUSTF donde solo corre el agua que se acumula en la temporada de lluvias, pero que ya no tiene conexión con el resto de la corriente marcada por INEGI, la aplicación del proyecto no representa una interrupción o modificación de la corriente de agua.

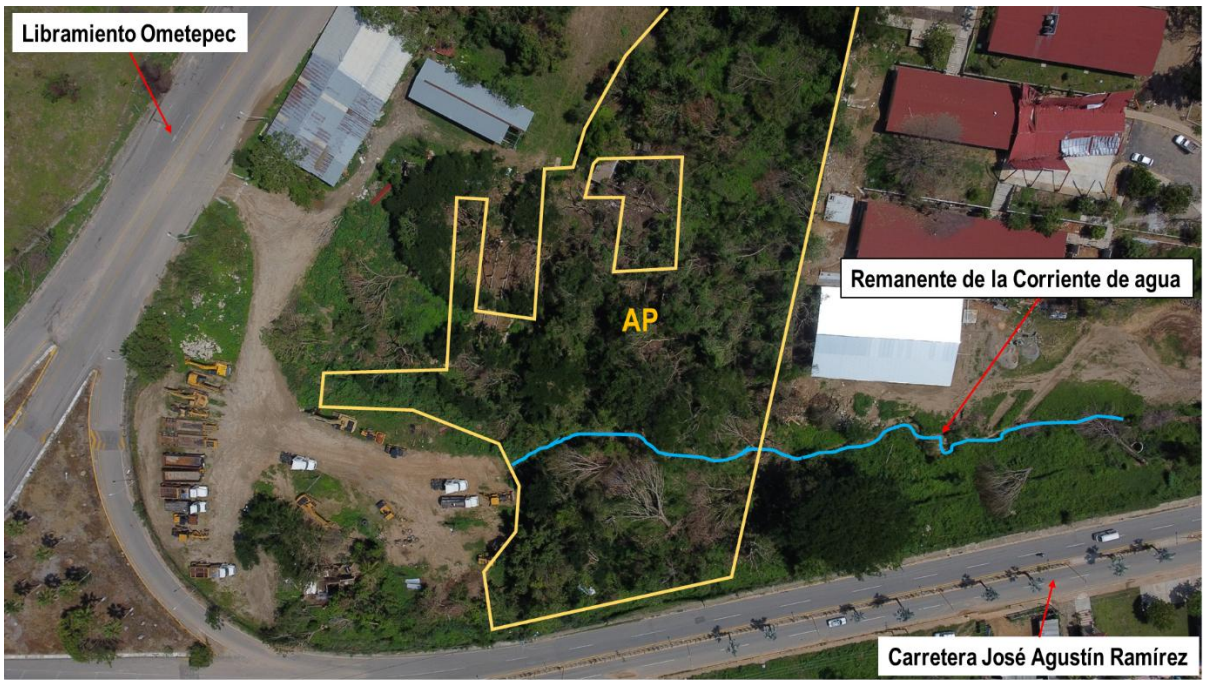


Imagen IV.7. Fotografía del área del CUSTF del remante de la corriente de agua.



Imagen IV.8. Vista de la corriente de agua que se forma dentro del CUSTF

A continuación, se presenta el mapa de la hidrología superficial del área de CUSTF de acuerdo a INEGI.

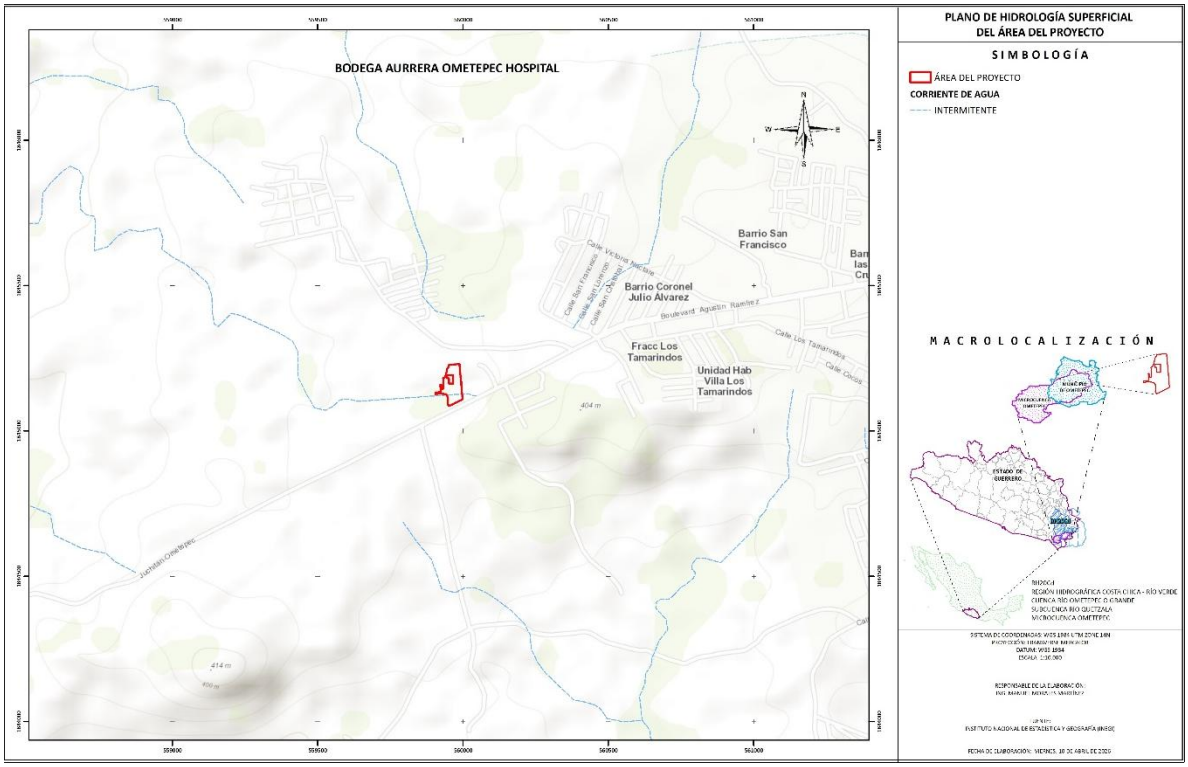


Figura IV.48. Hidrología superficial del AP

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Sistema ambiental

El SA se encuentra ubicado en el acuífero Cuajinicuilapa.

Área del proyecto

El AP al igual que el SA se encuentra ubicado en el acuífero denominado “Cuajinicuilapa” con la clave 1235, este acuífero se localiza en el extremo Sudoriental del Estado de Guerrero a 170 kilómetros en línea recta y al sureste de Chilpancingo La zona abarca un área de 1,800 km², y corresponde a la porción baja de la planicie costera de la cuenca de los ríos Grande y Cortijos. Los límites de esta zona son: al suroeste por el Océano Pacífico, al sureste por el límite estatal entre los estados de Guerrero y Oaxaca, y al norte por el macizo montañoso de Guerrero.

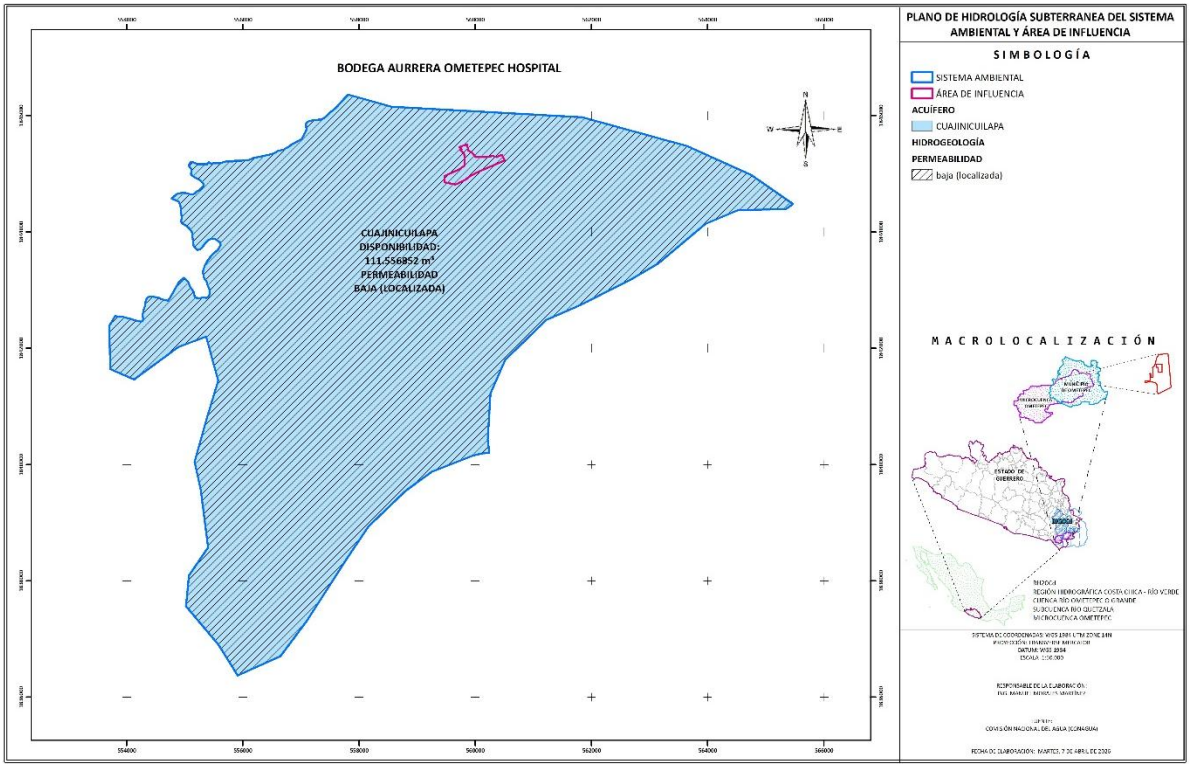


Figura IV.49. Hidrología subterránea del SA.

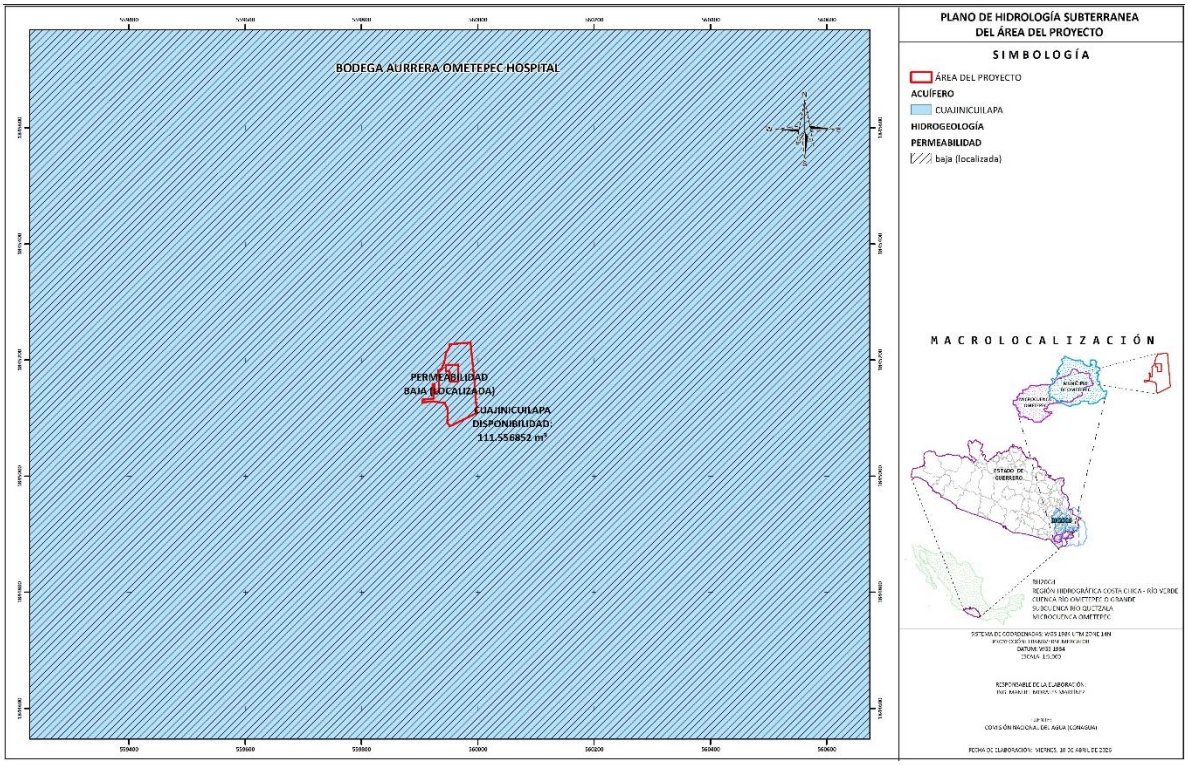


Figura IV.50. Hidrología subterránea del AP.

Balance hídrico

Actualmente al definir la disponibilidad del agua solo se hace tomando en cuenta la cantidad y es por esto que la evaluación de los recursos hidrológicos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración[1].

En el caso del AP se requiere conocer le estimación correcta del balance hidrológico para determinar el impacto que se genera con la ejecución del proyecto, a continuación, se presentan los resultados del balance hídrico en los dos escenarios, antes y después de la ejecución de proyecto:

BALANCE HÍDRICO DEL SA

Cuadro IV.21. Balance hídrico en el SA.

SA		
Balance hídrico	**m3/año**	**%**
Volumen precipitado	70,409,557.78	100.00
Volumen EVT	48,473,174.61	68.84
Volumen escurrimiento	17,324,680.73	24.61
Volumen infiltración	**4,611,702.44**	**6.55**
BH	**1.0**	

[1] Porras B. S. (2010). Balance hídrico preliminar en la Microcuenca del Río Pixquiac. Trabajo recepcional. Universidad Veracruzana. Documento PDF consultado en línea en https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42271

BALANCE HÍDRICO DEL AP

Cuadro IV.22. Balance hídrico en el AP.

AP ACTUAL(m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	9,530.94	100.00
Volumen EVT	6,561.53	68.84
Volumen escurrimiento	1,632.93	17.13
Volumen infiltración	**1,336.47**	**14.02**
BH	**1.0**	

El resultado para infiltración actual en el área del CUSTF es de 1,336.47 m^3 por año y así manteniendo un balance hídrico de uno.

Para la consulta de la metodología empleada y el desarrollo de los cálculos realizados para la erosión hídrica y eólica, se presenta a detalle dentro del **CAPÍTULO VIII** en el **ANEXO 7 METODOLOGÍA DE EROSIÓN Y BH DEL SA Y AP**, y la memoria de cálculo en formato Excel de la infiltración en condiciones actuales y con remoción del AP en el **ANEXO 12 MEMORIA DE CÁLCULO, CAPÍTULO IV, BALANCE HÍDRICO.**

IV.2.2 MEDIO BIÓTICO

IV.2.2.1 FLORA

VEGETACIÓN

La vegetación es el indicador más importante de las condiciones ambientales del territorio y del estado de sus ecosistemas, ya que refleja el resultado de las interacciones entre todos los componentes del ambiente, y su estabilidad espacial permite identificar unidades cuya fisonomía y composición florística corresponde a diversas condiciones ecológicas (SEMARNAT, 2002).

La vegetación de México ofrece una amplia diversidad florística que se desarrolla, en diversos ecosistemas, producto de la interacción de los diferentes factores climáticos, geológicos, edáficos, fisiográficos, y ecológicos. Esta variedad florística está determinada, además, por el gradiente altitudinal que influye en la heterogeneidad de las comunidades que viven en un lugar o en otro.

Los factores topográficos y climáticos son determinantes de la gran variedad de ambientes que existen en nuestro país. La complicada topografía (más de 50 % del territorio nacional se encuentra en altitudes mayores a los mil metros sobre el nivel del mar), junto con las diferencias determinadas por la latitud, producen un mosaico climático con un número muy grande de variantes. A nivel regional puede notarse la influencia de su complicada y variada topografía, así como la situación de sus principales cordilleras. Los cambios altitudinales traen consigo variaciones climáticas en cuanto a la intensidad de la irradiación y de la insolación, de la humedad atmosférica relativa, la oscilación diurna de la temperatura y la cantidad de oxígeno disponible (Neyra-González y Durand-Smith, 1998).

La vegetación de nuestro país es sumamente heterogénea. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) utiliza un sistema de clasificación jerárquica que considera en su nivel más alto a las formaciones vegetales, que son categorías caracterizadas principalmente por rasgos fisonómicos y ecológicos (p. e., bosque, selva, matorral, etc.), dentro de las que se incluyen los tipos de comunidad que se definen por sus rasgos fisonómicos, ecológicos y florísticos (p. e., chaparral, rosetófilo, sarcocaule, mesófilo de montaña, etc.) y los tipos de vegetación que combinan el nombre de la formación y el tipo de comunidad (p. e., bosque mesófilo de montaña, matorral sarcocaule, etc.).

Tipo de vegetación

Sistema ambiental

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, en el SA se encuentran diferentes tipos de uso de suelo y vegetación, los cuales se presentan a continuación:

Cuadro IV.23. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el SA.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
AH	Asentamientos Humanos	607.2626
PC	Pastizal Cultivado	3,800.6460
RA	Agricultura de Riego Anual	207.2924
RAP	Agricultura de Riego Anual y Permanente	67.3814
TAP	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	32.4926
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	297.8649
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	77.0303
TOTAL		**5089.9702**

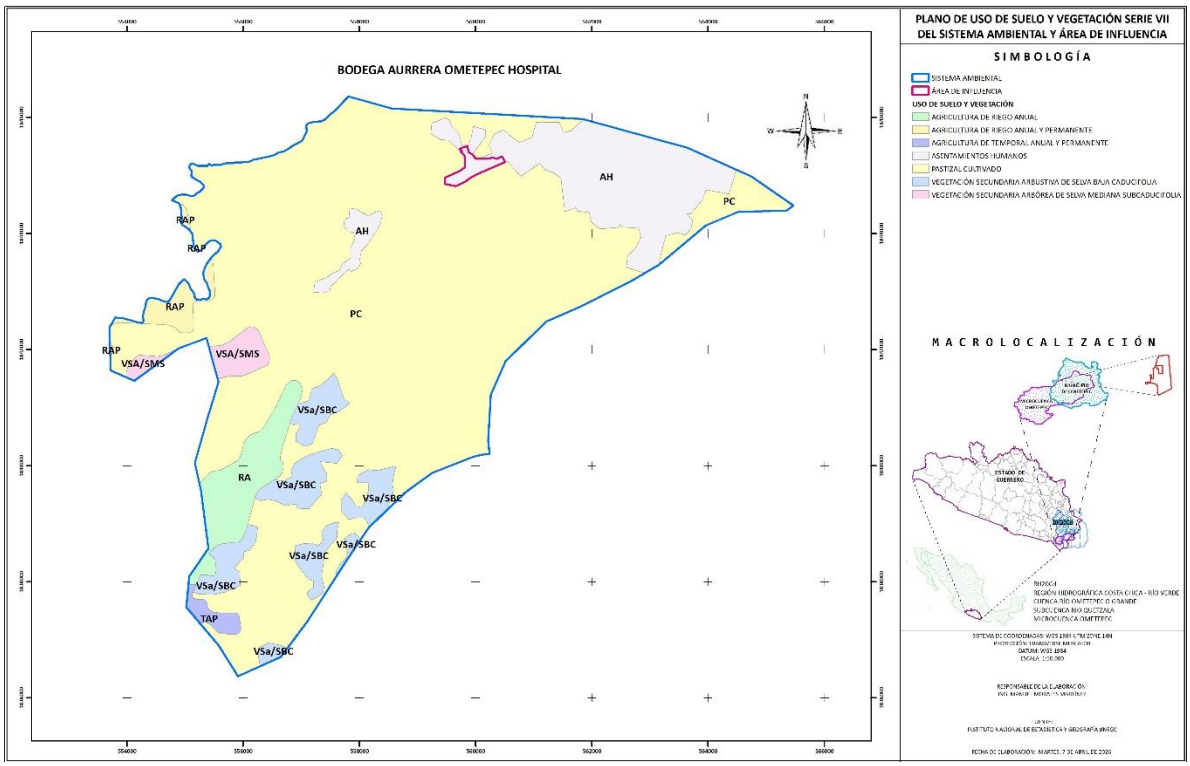


Figura IV.51. Uso de suelo y vegetación en el SA, AI, de acuerdo con INEGI serie VII.

Área del proyecto

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI, en el AP se encuentran dos diferentes usos de suelo, los cuales presentan a continuación:

Cuadro IV.24. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en el AP.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
AH	Urbano Construido	0.0470
PC	Pastizal Cultivado	0.6420
TOTAL		**0.6890**

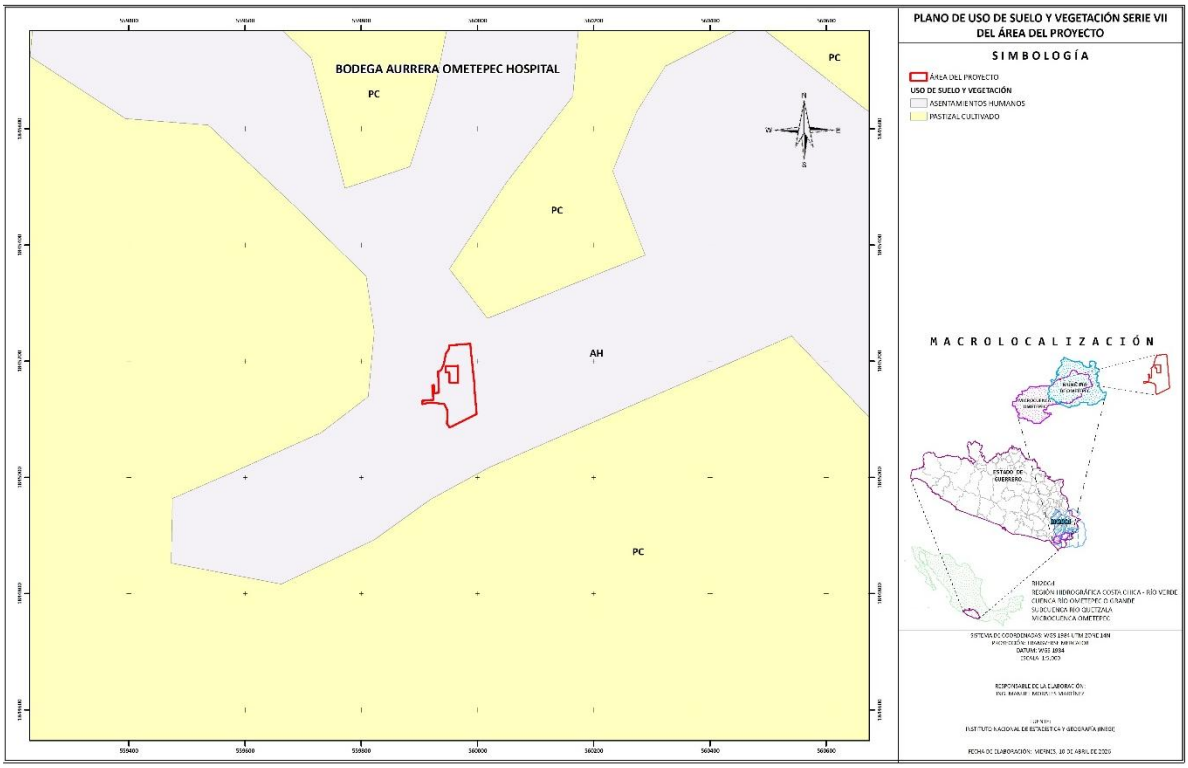


Figura IV.52. Uso de suelo y vegetación en el AP, de acuerdo con INEGI serie VII

Sin embargo, de acuerdo a los recorridos de campo el uso de suelo y vegetación corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, como se presenta a continuación.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA

La vegetación secundaria arbóreo se refiere a la fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles. Es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus.

Sistema ambiental

Las condiciones ambientales presentes en el SA, corresponde con las características de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMS)

Como se puede observar dentro del Sistema ambiental no se encuentra distribuido la Vegetación secundaria arbórea de selva (VSA/SMS), pero si se encuentra distribuido la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia (VSa/SMS) la cual cuenta con la misma distribución de especies, pero que el estrato más desarrollado es el arbustivo, a diferencia del AP donde el estrato más consolidado es el arbóreo.

Área del proyecto

La vegetación presente en el AP coincide específicamente con Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia a partir de varias características climáticas, edáficas y biológicas.

En primer lugar, la precipitación media anual en esta región es de aproximadamente 1.383.3 mm, situándose dentro del rango óptimo de 300 a 1,500 mm que caracteriza a la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia. Esta cantidad de lluvia en fundamental para sustentar la biodiversidad y crecimiento de las especies vegetales propias de este ecosistema La temperatura media anual de 26°C también es adecuada para el desarrollo de esta vegetación. En este tipo de vegetación la temperatura media anual va de 18 a 28°C, el cual favorece la actividad metabólica de las plantas y su capacidad para sobrevivir y reproducirse en el entorno.

En términos de distribución geográfica, la vegetación de selva baja caducifolia se encuentra distribuida en México desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del pacifico, por lo que la ubicación específica del AP en el estado de Guerrero coincide con la distribución de este tipo de vegetación.

Finalmente, los géneros vegetales presentes en el VSA/SBC, como *Bursera sp, Jacaratia spp. y Cordia spp*. , son representativas del ecosistema y se encuentran en el AP. Estas especies no solo están adaptadas a las condiciones climáticas y del suelo, sino que también desempeñan un papel crucial en la interacción con la fauna local y en el mantenimiento del equilibrio ecológico.

En conclusión, la presencia de vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia en el AP, es completamente justificada por las condiciones ambientales favorables, el tipo de suelo y las especies vegetales que predominan en la región. Este ecosistema no solo es un componente vital del paisaje local, sino que también contribuye a la biodiversidad y a la salud ecológica de la zona.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo como resumen de la similitud encontrada en la vegetación presente en el área de CUSTF y la VSA/SBC

Cuadro IV.25. Comparativo de vegetación presente en área CUSTF y VSA/SBC

CARACTERÍSTICAS	VSA/SBC	CUSTF	CARACTERÍSTICAS
Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos.	•	•	Cálido subhúmedo
La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C.	•	•	Temperatura media anual de 26°C
Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm.	•	•	Precipitación anual de 1,383.30 mm

CARACTERÍSTICAS	VSA/SBC	CUSTF	CARACTERÍSTICAS
Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje	•	•	Se encuentra aproximadamente a los 355 msnm
Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m).	•	•	Las alturas de los individuos arbóreos adultos van de los 3 m hasta los 14 metros de altura
El estrato predominante es el estrato arbóreo	•	•	El estrato dominante es el arbóreo con la presencia de 13 especies diferentes, mientras que del estrato arbustivo solo se encontró una especie representativa.
En este tipo de selva son comunes: Bursera simaruba (chaka, palo mulato); Bursera sp. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); Jacaratia mexicana (bonete); Cordia sp. (ciricote, cuéramo).	•	•	Se encontraron especies de los géneros Bursera, Jacaratia, Cordia, entre otras

1. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Para la descripción de la vegetación, su análisis e interpretación que se presenta en este apartado fue necesario dividir el trabajo en fases: a) **Preparación**, b) **Fase en campo** y c) **Fase en gabinete**; a continuación, se describen las actividades para cada una de ellas.

a) Etapa de preparación.

Esta fase se lleva a cabo previo a la salida a campo, en ella se alista el material y la información a utilizarse para el levantamiento de la información, conocer las áreas y comprobar sus características de uso de suelo en la fase de campo.

Para diseñar el trabajo de campo se realizó en gabinete el análisis y delimitación del predio con ayuda de una imagen satelital de Google reciente e información previa del catastro de las áreas de estudio, se analiza por medio de esas imágenes la presencia de vegetación forestal, lo cual se corroborará en las visitas a campo.

Se delimita en la imagen de satélite, las poligonales del proyecto, para definir sus límites y colindancias, y así, conocer de forma anticipada la superficie a muestrear, que se corrobora en la siguiente etapa y se modifica con datos reales. Es así que se determinó una superficie total del AP de 0.6890 ha, en la cual se llevó acabo un muestreo de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo

Para el análisis de la vegetación en el **SA** se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo del proyecto; el cual corresponde a **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.**

Las unidades muestrales deben satisfacer tres requisitos importantes[iv]:

- ✓ Deben distinguirse claramente
- ✓ Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos.
- ✓ Una vez seleccionados la forma y el tamaño deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

<u>Diseño de muestreo</u>

El diseño del muestreo conlleva, en primer lugar, a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población para posteriormente dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato (McRoberts et al. s.f)v.

Consideraciones generales para la designación de estratos en campo:

Estrato arbóreo y arbustivo

Una de las principales características que se observan para definir a un arbusto y árbol es la presencia de tallos lignificados, esto es producto del crecimiento secundario o leñoso, se caracteriza por un incremento en el grosor o circunferencia de la planta, causada por la división celular en el meristema lateral.

Cuando se tienen identificadas a los individuos con lignificación en los tallos se genera una dicotomía basándose en el tipo de ramificación, el cual de acuerdo con Vázquez-Sánchez, *et al.* (2012[2]) y de manera general indica que los individuos con crecimiento arbóreo son aquellos con ramificación ***acrótona*** (cuando las ramas aparecen cerca del ápice del tronco) y ***mesótona*** (cuando de un tronco bien definido salen ramas que se van ramificando sucesivamente hasta formar una copa amplia).

Por otro lado, las plantas de hábito arbustivo todas las ramas surgen cerca del nivel del suelo (ramificación basítona); (Vázquez-Sánchez, *et al*. 2012).

Será determinante la historia natural, **la clasificación que existe en la literatura** y lo observado en campo para establecer que especie pertenece a cada estrato, dado que el crecimiento de cada especie dependerá del medio donde se desarrollé; puede tratarse de una especie catalogada como arbórea pero, las condiciones climáticas, ambientales, de estrés, así como la epigenética y plasticidad fenotípica influirán en su desarrollo pudiendo generar individuos con ramificación arbustiva en lugar de arbórea.

Estrato herbáceo

Para la determinación del estrato herbáceo se toma en cuenta la distribución de las especies (suelen desarrollarse en el sotobosque) así como, la presencia de tallos anuales no lignificados, dado que este tipo de plantas sólo presentan crecimiento primario.

Una vez definidas las características de cada uno de los estratos se procedio a la ubicación de los polígonos de CUSTF para dentro de ellos ubicar los puntos de los sitios con ayuda de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error. Posteriormente se comienza con la delimitación de sitios y la toma de información.

SISTEMA AMBIENTAL

MUESTREO

Debido a que, en la etapa de preparación, mediante las imágenes de satélite, se observó que la distribución de la vegetación es sobremanera irregular, además de la inseguridad que se vive en la zona, se optó por utilizar un diseño de muestreo dirigido una vez conocidas las condiciones precisas del ecosistema, a través de la visita de campo. De acuerdo con Ferro-Díaz (2015)vi, el sistema de muestreo dirigido se utiliza cuando existen tipologías forestales con características especiales. Para el caso de los tipos de vegetación encontrados en el área de CUSTF, a través de las observaciones específicas en campo y con el objetivo de obtener una representatividad alta de la biodiversidad de las especies contenidas, se concluyó adecuado este sistema de muestreo. Las características especiales de la población muestreada se deben a la distribución espacial sobremanera heterogénea de la vegetación, se seleccionaron unidades que contuvieran las características elementales del tipo de vegetación y estratos, buscando primordialmente que se incluyera la diversidad florística observada por los expertos forestales en el área del CUSTF.

[2] Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., & Arias, S. (2012). El hábito y la forma de crecimiento en la tribu Cacteae (Cactaceae, Cactoideae). Botanical Sciences, 90(2), 97-108.

En conclusión, se realizó un muestreo dirigido para la microcuenca, considerados como una unidad de vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, para todos los estratos considerados arbóreo, arbustivo y herbáceo.

ÁREA DEL PROYECTO

CENSO.

En estadística descriptiva, se denomina censo al recuento de individuos que conforman una población estadística, definida como un conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones. También se puede considerar como el conteo de todos y cada uno de los elementos de una población o de un universo, en un lugar determinado y en un tiempo dado.

Por lo tanto, al ser una superficie pequeña, por las caracteriticas de la vegetación y el objetivo de obtener la máxima representatividad de todos los individuos del estrato arbórero (adultos), se recurre al censo como herramienta para obtener la información necesaria.

En el estrato arbóreo, los individuos adultos (con un diametro mayor a 8 cm) serán registrados con su especie o nombre de campo, y se les medirá el diámetro y la altura, además de tomar su coordenada. De cada uno de los individuos presentes en el área de CUSTF.

MUESTREO.

El diseño del muestreo conlleva, en primer lugar, a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población para posteriormente dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato.

Para una mejor obtención de datos, se decide emplear un diseño de muestreo que como el nombre lo indica, se selecciona una muestra, esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas. Las unidades de muestreo son las unidades de la población para la aplicación de la investigación y contiene a los elementos de la muestra. En la realización de inventarios forestales, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de tamaño determinado como unidad para la toma de datos, estos deben satisfacer tres requisitos importantes:

- Distinguirse claramente
- Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos.

El tipo de muestreo aleatorio sistemático por las características de la vegetación de matorral espinoso tamaulipeco en el área propuesta de CUSTF, se procedió a especificar las características de los sitios a muestrear.

La determinación del número de puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, et al., 2011vii; Mostacedo y Fredericksen, 2000[3]).

[3] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

b) Fase de campo.

Para la toma de datos se requirió el siguiente material:

- GPS
- Tablet con imagen satelital
- Lápiz y pluma
- Formato de captura
- Clinómetro
- Cinta diamétrica
- Machete
- Cámara fotográfica
- Aerosol
- Cinta Flagging

La determinación del número de puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, et al., 2011viii; Mostacedo y Fredericksen, 2000[4]).

- Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse.

Y el procedimiento fue el siguiente:

Con ayuda del GPS, Tablet e imagen satelital, se llevó a cabo la delimitación de los sitios con ayuda de aerosol para evitar contabilizar individuos fuera de los sitios de muestreo. A lo cual el muestreo fue por estrato:

Y el procedimiento fue el siguiente:

SISTEMA AMBIENTAL

Sitios realizados por estrato:

- ✓ Arbóreo (adultos) 3 sitios cuadrados de 225 m^2
- ✓ Arbóreo (renuevos árboles con un diámetro menor a 8cm) 3 sitios rectangulares de 50 m^2
- ✓ Arbustivo 3 sitios rectangulares de 50 m^2
- ✓ Herbáceo 3 sitios cuadrados de 1 m^2

ÁREA DEL PROYECTO

Sitios realizados por estrato:

- ✓ Arbóreo (adultos) Censo en el polígono de 0.6890 has

[4] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.

- ✓ Arbóreo (renuevos árboles con un diámetro menor a 8cm) 2 sitios rectangulares de 50 m^2
- ✓ Arbustivo 2 sitios rectangulares de 50 m^2
- ✓ Herbáceo 2 sitios cuadrados de 1 m^2

A continuación, se muestran los formatos utilizados para el registro de los datos, así mismo se muestran imágenes de la delimitación y toma de información.

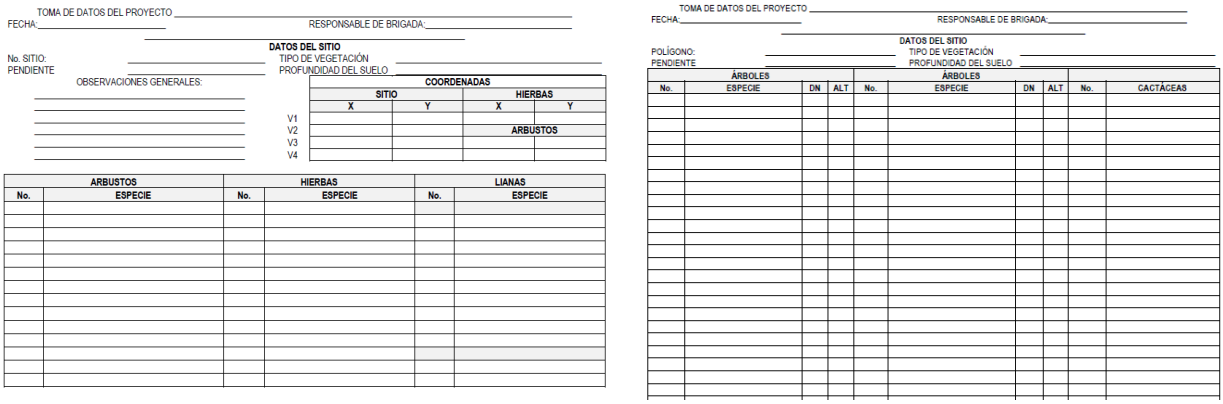

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO
FECHA: RESPONSABLE DE BRIGADA:
DATOS DEL SITIO
No. SITIO: TIPO DE VEGETACIÓN
PENDIENTE PROFUNDIDAD DEL SUELO
OBSERVACIONES GENERALES:
COORDENADAS
SITIO HIERBAS
X Y X Y
V1
V2 ARBUSTOS
V3
V4
ARBUSTOS HIERBAS LIANAS
No. ESPECIE No. ESPECIE No. ESPECIE
TOMA DE DATOS DEL PROYECTO
FECHA: RESPONSABLE DE BRIGADA:
DATOS DEL SITIO
POLÍGONO: TIPO DE VEGETACIÓN
PENDIENTE PROFUNDIDAD DEL SUELO
ÁRBOLES ÁRBOLES
No. ESPECIE DN ALT No. ESPECIE DN ALT No. CACTÁCEAS

Imagen IV.9. Formatos para la toma de información.



Imagen IV.10. Toma de información en el Sistema Ambiental.



Imagen IV.11. Toma de información en el Área del proyecto.

Temporalidad del muestreo:

SISTEMA AMBIENTAL

El muestreo realizado, se llevó a cabo el día 04 de julio del 2025.

El objetivo de realizar un muestreo en el SA, en concordancia con el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, es el de *demostrar la permanencia de las especies fuera del área propuesta para el cambio de uso de suelo, la mayor diversidad en cantidad de especies y el número de individuos totales.*

De acuerdo con lo observado en campo, la vegetación en la superficie de AP corresponde a Vegetación Secundaría Arbórea de Selva Baja Caducifolia, por lo tanto, se buscaron lugares con condiciones similares para realizar el muestreo de flora en el SA, sin embargo, la toma de información no se realizó dentro del tipo de vegetación que INEGI establece como VSa/SBC, debido a que, se considera que este tipo de vegetación inicia a partir de la división con el río y no como se marca en la cartografía. Lo anterior, en el entendido de que la vegetación se encuentra en constante cambio, y que las barreras establecidas por los humanos no siempre son con tal precisión, tal como se observó en campo.



Imagen IV.12. División de los tipos de vegetación en el SA.

De lo presentado en los párrafos anteriores y con la finalidad de medir las condiciones de la vegetación del SA donde se ubica el predio se realizaron estimaciones de la vegetación. Para poder determinar la representatividad de la muestra en el SA, considerando que la superficie es relativamente grande el cual presenta una superficie de 5,089.9702 hectáreas dentro del cual 297.8649 ha corresponden a **Vegetación Secundaría Arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC)**, el cual como se mencionó anteriormente corresponde en cuanto a diversidad a lo observado en el área del proyecto

ÁREA DEL PROYECTO

El censo y muestreo realizado, se llevó a cabo en los meses de mayo y julio de 2025, con 2 brigadas de 3 y 2 personas respectivamente.

Con fundamento en el artículo 39 fracción V, inciso a, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal, menciona que se requiere cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10%. Sin embargo, esta metodología es aplicada para Programas de Manejo Forestal, por lo que, para Estudios Técnicos Justificativos de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, enfocados en ecología vegetal, Mostacedo y Fredericksen (2000[ix]), el error de muestreo es generalmente del 20% para árboles. Debido a que los individuos arbóreos son los que generarán las materias primas forestales maderables, se utilizará este error para los cálculos de tamaño de muestra.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número

adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, et al., 2011[x]; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo y las áreas donde se realizó el censo en las unidas de análisis:

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.26. Coordenadas de muestreo por estrato en la SA.

Sitio	Forma	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
				X	Y
1	Rectangular	Arbóreo (adultos)	225	556758.00	1839869.00
				556758.00	1839884.00
				556773.00	1839884.00
				556773.00	1839869.00
		Arbustivo, arbóreo (renuevos)	50	556758.00	1839884.00
				556768.00	1839884.00
				556768.00	1839879.00
				556758.00	1839879.00
	Cuadrado	Hierbas	1	556758.00	1839884.00
				556759.00	1839884.00
				556759.00	1839883.00
				556758.00	1839883.00
2	Rectangular	Arbóreo (adultos)	225	556819.00	1839859.00
				556819.00	1839874.00
				556834.00	1839874.00
				556834.00	1839859.00
		Arbustivo, arbóreo (renuevos)	50	556819.00	1839874.00
				556829.00	1839874.00
				556829.00	1839869.00
				556819.00	1839869.00
	Cuadrado	Hierbas	1	556819.00	1839874.00
				556820.00	1839874.00
				556820.00	1839873.00
				556819.00	1839873.00
3	Rectangular	Arbóreo (adultos)	225	556619.59	1839777.79
				556617.19	1839792.60
				556632.00	1839795.00
				556634.40	1839780.19
		Arbustivo, arbóreo (renuevos)	50	556632.00	1839795.00
				556632.80	1839790.06
				556622.93	1839788.46
				556622.13	1839793.40
	Cuadrado	Hierbas	1	556622.77	1839789.45
				556623.76	1839789.61
				556623.92	1839788.62
				556622.93	1839788.46

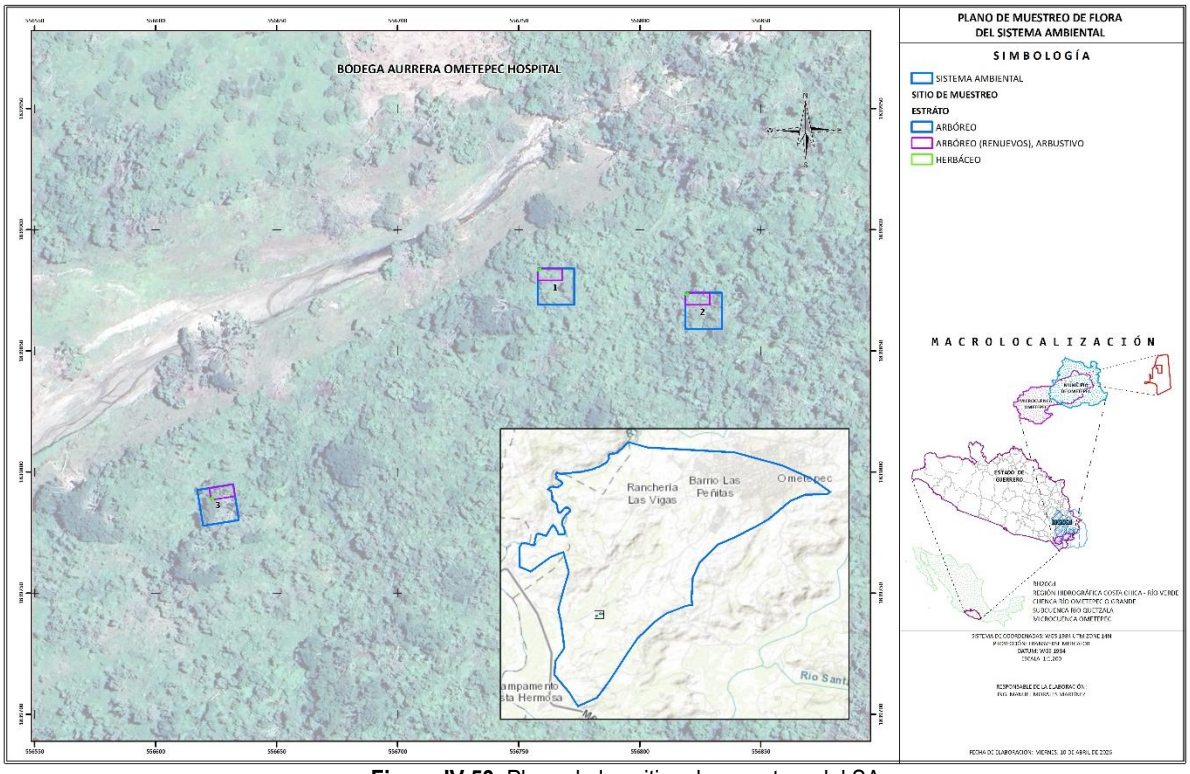


Figura IV.53. Plano de los sitios de muestreo del SA.

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.27. Coordenadas de los sitios de mnuestreo del AP.

Sitio/Censo	Forma	Estrato	Tamaño del sitio (m²)	Coordenadas UTM	
				X	Y
Censo	Polígono	Árboles (Adultos)	6,890	-	-
1	Rectangular	Árboles (Renuevos), Arbustos	50	559987.03	1845169.05
				559987.03	1845164.05
				559977.03	1845164.05
				559977.03	1845169.05
	Cuadrado	Hierbas	1	559972.03	1845154.05
				559972.03	1845155.05
				559973.03	1845155.05
				559973.03	1845154.05
2	Rectangular	Árboles (Renuevos), Arbustos	50	559950.89	1845170.99
				559950.72	1845165.99
				559940.72	1845166.34
				559940.90	1845171.34
	Cuadrado	Hierbas	1	559950.37	1845156.00
				559949.37	1845156.04
				559949.41	1845157.04
				559950.40	1845157.00

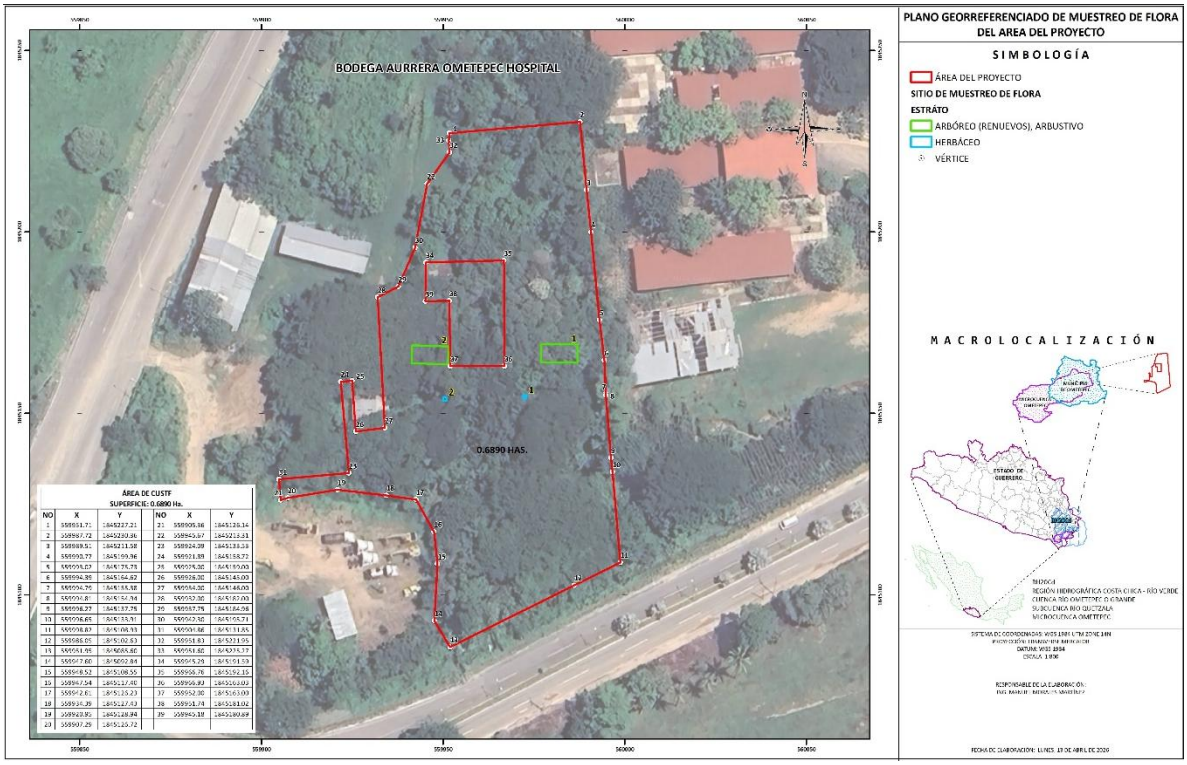


Figura IV.54. Plano de los sitios de muestreo del AP.

Como se mencionó anteriormente, durante la realización del censo se tomaron las coordenadas de ubicación de cada individuo del estrato arbóreo (adultos), a continuación, se presenta el listado y el plano de ubicación de cada individuo dentro del AP.

Cuadro IV.28. Coordenadas de individuos censados en el estrato arbóreo (adultos).

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	X	Y
Andira inermis	Cuatololote	559948	1845142
Andira inermis	Cuatololote	559962	1845131
Andira inermis	Cuatololote	559963	1845130
Andira inermis	Cuatololote	559950	1845145
Andira inermis	Cuatololote	559976	1845131
Andira inermis	Cuatololote	559973	1845126
Andira inermis	Cuatololote	559948	1845144
Andira inermis	Cuatololote	559965	1845129
Andira inermis	Cuatololote	559947	1845140
Andira inermis	Cuatololote	559964	1845143
Andira inermis	Cuatololote	559952	1845140
Andira inermis	Cuatololote	559975	1845127
Andira inermis	Cuatololote	559984	1845147
Andira inermis	Cuatololote	559966	1845132
Bursera simaruba	Palo mulato	559980	1845183
Cedrela odorata	Cedro rojo	559991	1845192
Cedrela odorata	Cedro rojo	559994	1845157
Coccoloba barbadensis	Jobero	559963	1845096
Coccoloba barbadensis	Jobero	559950	1845150
Cordia elaeagnoides	Bocote	559990	1845185
Cordia elaeagnoides	Bocote	559982	1845181
Cordia elaeagnoides	Bocote	559992	1845166

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	X	Y
Cordia elaeagnoides	Bocote	559991	1845196
Cordia elaeagnoides	Bocote	559984	1845174
Cordia elaeagnoides	Bocote	559984	1845175
Cordia elaeagnoides	Bocote	559970	1845165
Cordia elaeagnoides	Bocote	559991	1845191
Cordia elaeagnoides	Bocote	559967	1845189
Cordia elaeagnoides	Bocote	559983	1845162
Cordia elaeagnoides	Bocote	559959	1845196
Cordia elaeagnoides	Bocote	559980	1845220
Cordia elaeagnoides	Bocote	559991	1845181
Cordia elaeagnoides	Bocote	559992	1845178
Cordia elaeagnoides	Bocote	559950	1845178
Cordia elaeagnoides	Bocote	559983	1845186
Cordia elaeagnoides	Bocote	559987	1845186
Cordia elaeagnoides	Bocote	559982	1845167
Cordia elaeagnoides	Bocote	559991	1845190
Cordia elaeagnoides	Bocote	559989	1845213
Cordia elaeagnoides	Bocote	559978	1845178
Cordia elaeagnoides	Bocote	559991	1845187
Cordia elaeagnoides	Bocote	559992	1845176
Cordia elaeagnoides	Bocote	559994	1845159
Cordia elaeagnoides	Bocote	559978	1845179

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	X	Y
Cordia elaeagnoides	Bocote	559970	1845179
Cordia elaeagnoides	Bocote	559977	1845174
Enterolobium cyclocarpum	Parota	559990	1845198
Enterolobium cyclocarpum	Parota	559984	1845121
Enterolobium cyclocarpum	Parota	559987	1845144
Ficus insipida	Amate	559969	1845130
Ficus insipida	Amate	559950	1845170
Ficus insipida	Amate	559984	1845109
Ficus insipida	Amate	559968	1845148
Guazuma ulmifolia	Guacima	559991	1845177
Guazuma ulmifolia	Guacima	559927	1845137
Guazuma ulmifolia	Guacima	559954	1845091
Guazuma ulmifolia	Guacima	559968	1845136
Guazuma ulmifolia	Guacima	559967	1845105
Guazuma ulmifolia	Guacima	559935	1845147
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559963	1845097
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559994	1845158
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559992	1845112
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559965	1845130
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559973	1845103
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559973	1845163
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	559955	1845093
Samanea saman	Cenizaro	559986	1845201
Samanea saman	Cenizaro	559937	1845141
Samanea saman	Cenizaro	559948	1845149
Samanea saman	Cenizaro	559942	1845144
Samanea saman	Cenizaro	559960	1845123
Samanea saman	Cenizaro	559973	1845117
Samanea saman	Cenizaro	559929	1845144
Samanea saman	Cenizaro	559938	1845179

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	X	Y
Tabebuia rosea	Roble rosa	559961	1845135
Tabebuia rosea	Roble rosa	559992	1845168
Tabebuia rosea	Roble rosa	559949	1845144
Tabebuia rosea	Roble rosa	559958	1845114
Tabebuia rosea	Roble rosa	559969	1845101
Tabebuia rosea	Roble rosa	559995	1845150
Tabebuia rosea	Roble rosa	559993	1845158
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559978	1845107
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559965	1845160
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559990	1845196
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559986	1845194
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559957	1845220
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559952	1845153
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559964	1845219
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559974	1845108
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559985	1845222
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559985	1845208
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559986	1845208
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559980	1845158
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559957	1845159
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559960	1845138
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559991	1845189
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559967	1845138
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559970	1845141
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559979	1845214
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559979	1845215
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559980	1845227
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559980	1845207
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559994	1845164
Vachellia cornigera	Cornizuelo	559982	1845222

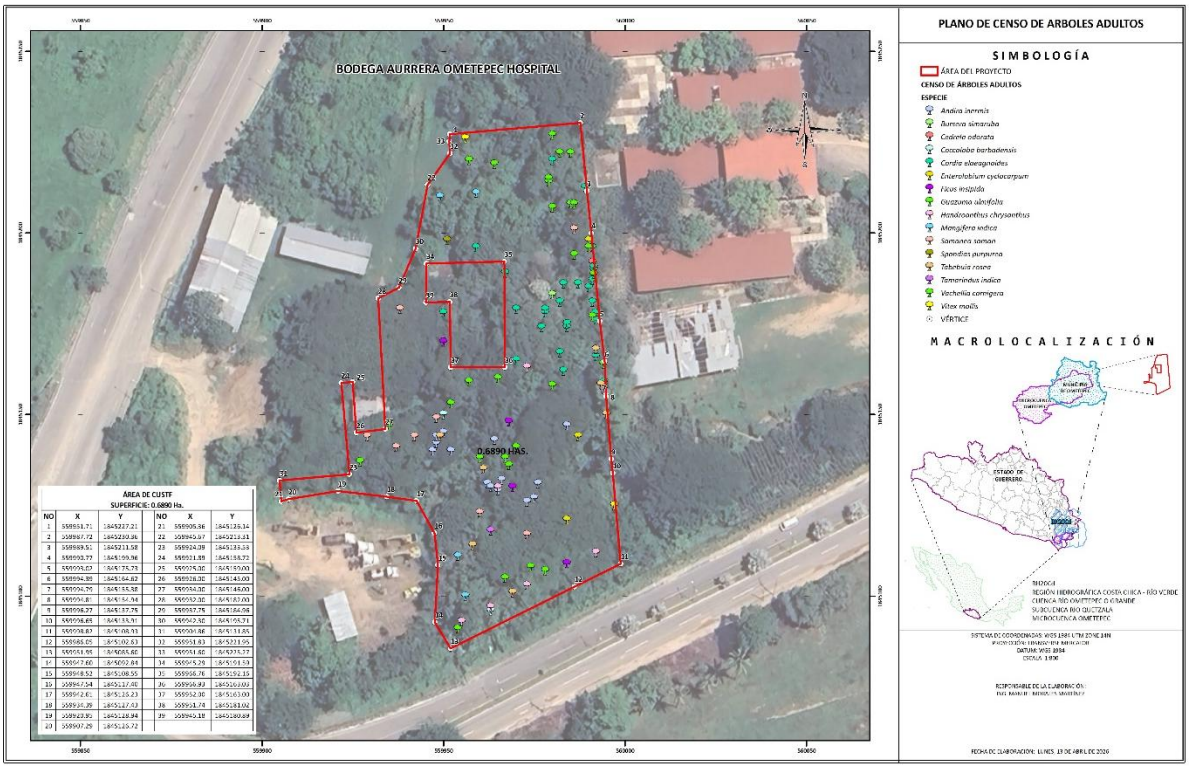


Figura IV.55. Plano de ubicación de los individuos arbóreos (adultos) que fueron censados en el AP

c) Fase de gabinete

Con lo registrado durante la fase anterior se procede con la captura y procesamiento de datos realizando la identificación de especies y el cálculo de individuos.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

La identificación de las especies se realiza con la información recabada en campo, así como de los ejemplares arborizados y apoyándose de consultas bibliográficas referentes a descripción botánica, distribución, fotografías y claves dicotómicas.

A continuación, se presenta el listado de las especies presentes en el SA y AP.

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.29. Listado de especies en el SA.

Estrato	Especie	Nombre común	Link
Arbóreo	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	https://enciclovida.mx/especies/154519-cordia-alliodora
	Cordia elaeagnoides	Bocote	https://enciclovida.mx/especies/154536-cordia-elaeagnoides
	Bursera simaruba	Palo mulato	https://enciclovida.mx/especies/154994-bursera-simaruba
	Jacaratia mexicana	Bonete	https://enciclovida.mx/especies/168962-jacaratia-mexicana
	Enterolobium cyclocarpum	Parota	https://enciclovida.mx/especies/155141-enterolobium-cyclocarpum
	Leucaena diversifolia	Guaje	https://enciclovida.mx/especies/155144-leucaena-diversifolia
	Vachellia cornigera	Cornizuelo	https://mexico.inaturalist.org/taxa/851933-Vachellia-cornigera
	Guazuma ulmifolia	Guacima	https://enciclovida.mx/especies/167551-guazuma-ulmifolia
	Ficus insipida	Amate	https://enciclovida.mx/especies/165711-ficus-insipida
	Coccoloba barbadensis	Jobero	https://enciclovida.mx/especies/166645-coccoloba-barbadensis
Arbustivo	*Hippocratea volubilis*	Bejuco colorado	https://enciclovida.mx/especies/169502-hippocratea-volubilis
	Bauhinia ungulata	Escalera de mono	https://enciclovida.mx/especies/188742-bauhinia-ungulata

Estrato	Especie	Nombre común	Link
	Indigofera suffruticosa	Añil	https://enciclovida.mx/especies/188562-indigofera-suffruticosa
	Pavonia schiedeana	Cabeza de arriera	https://enciclovida.mx/especies/165338-pavonia-schiedeana
	Randia aculeata	Crucecita	https://enciclovida.mx/especies/167243-randia-aculeata
	Capraria frutescens	Sek'aax bóox	https://enciclovida.mx/especies/153628-capraria-frutescens
	Stachytarpheta mutabilis	Alina de serpiente rosa	https://enciclovida.mx/especies/167911-stachytarpheta-mutabilis
	Tradescantia fluminensis	Oreja de Gato	https://mexico.inaturalist.org/taxa/79382-Tradescantia-fluminensis
	Cyperus seslerioides	Zacate de toche	https://enciclovida.mx/especies/190214-cyperus-seslerioides
Herbáceo	*Acalypha alopecuroidea*	Cola de gato	https://enciclovida.mx/especies/149191-acalypha-alopecuroidea
	Passiflora foetida	Bejuco	https://enciclovida.mx/especies/166256-passiflora-foetida
	Megathyrsus maximus	Camalote	https://enciclovida.mx/especies/200971-megathyrsus-maximus

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.30. Listado de especies en el AP.

Estrato	Especie	Nombre común	Link
	Andira inermis	Cuatololote	https://enciclovida.mx/especies/186835-andira-inermis
	Bursera simaruba	Palo mulato	https://enciclovida.mx/especies/154994-bursera-simaruba
	Cedrela odorata	Cedro rojo	https://enciclovida.mx/especies/165627-cedrela-odorata
	Coccoloba barbadensis	Jobero	https://enciclovida.mx/especies/166645-coccoloba-barbadensis
	Cordia elaeagnoides	Bocote	https://enciclovida.mx/especies/154536-cordia-elaeagnoides
	Enterolobium cyclocarpum	Parota	https://enciclovida.mx/especies/155141-enterolobium-cyclocarpum
Arbóreo	*Ficus insípida*	Amate	https://enciclovida.mx/especies/165711-ficus-insipida
	Guazuma ulmifolia	Guacima	https://enciclovida.mx/especies/167551-guazuma-ulmifolia
	Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	https://enciclovida.mx/especies/192636-handroanthus-chrysanthus
	Samanea saman	Cenizaro	https://enciclovida.mx/especies/193016-samanea-saman
	Tabebuia rosea	Roble rosa	https://enciclovida.mx/especies/163252-tabebuia-rosea
	Vachellia cornigera	Cornizuelo	https://mexico.inaturalist.org/taxa/851933-Vachellia-cornigera
	Jacaratia mexicana	Bonete	https://enciclovida.mx/especies/168962-jacaratia-mexicana
Arbustivo	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	https://mexico.inaturalist.org/taxa/142283-Megaskepasma-erythrochlamys
Herbáceo	*Megathyrsus maximus*	Camalote	https://enciclovida.mx/especies/200971-megathyrsus-maximus

ESPECIES POR SITIOS DE MUESTREO

La información de especies presentes por sitio de muestreo se presenta en a continuación:

SISTEMA AMBIENTAL

A continuación, se presentan los resultados del muestreo en cada sitio en el SA:

Cuadro IV.31. Datos obtenidos en el sitio 1.

Sitio	Estrato	Estatus de vida	Especie	Nombre común	No. de individuos	DN promedio (cm)	Altura promedio (m)
1	Arbóreo	Adulto	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	1	22.0	9.5
			Ficus insipida	Amate	1	10.5	9.0
			Guazuma ulmifolia	Guacima	3	10.0	7.7
			Leucaena diversifolia	Guaje	1	9.0	7.0
		Renuevo	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	5		1.0
			Cordia alliodora	Aguardientillo	2		
			Jacaratia mexicana	Bonete	1		
			Vachellia cornigera	Cornizuelo	1		
	Arbustivo		*Indigofera suffruticosa*	Añil	1		1.9
			Pavonia schiedeana	Cabeza de arriera	12		0.6
			Randia aculeata	Crucecita	6		1.9
	Herbáceo		*Acalypha alopecuroidea*	Cola de gato	2		
			Cyperus seslerioides	Zacate de toche	10		
			Tradescantia fluminensis	Oreja de Gato	1		

Cuadro IV.32. Datos obtenidos en el sitio 2.

Sitio	Estrato	Estatus de vida	Especie	Nombre común	No. de individuos	DN promedio (cm)	Altura promedio (m)
2	Arbóreo	Adulto	*Bursera simaruba*	Palo mulato	2	15.5	9.5
			Cordia alliodora	Aguardientillo	1	13.5	8.0
			Ficus insipida	Amate	1	14.0	9.0
			Leucaena diversifolia	Guaje	2	11.0	9.0
		Renuevo	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	1		
			Cordia alliodora	Aguardientillo	3		1.5
			Cordia elaeagnoides	Bocote	2		2.2
			Ficus insipida	Amate	2		
			Guazuma ulmifolia	Guacima	2		1.5
	Arbustivo		*Bauhinia ungulata*	Escalera de mono	12		
			Capraria frutescens	Sek'aax bóox	2		
			Hippocratea volubilis	Bejuco colorado	3		
			Indigofera suffruticosa	Añil	3		
			Pavonia schiedeana	Cabeza de arriera	4		
			Stachytarpheta mutabilis	Alina de serpiente rosa	5		
	Herbáceo		*Megathyrsus maximus*	Camalote	5		

Cuadro IV.33. Datos obtenidos en el sitio 3

Sitio	Estrato	Estatus de vida	Especie	Nombre común	No. de individuos	DN promedio (cm)	Altura promedio (m)
3	Arbóreo	Adulto	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	1	78.0	14.0
		Renuevo	*Bursera simaruba*	Palo mulato	8		1.3
			Coccoloba barbadensis	Jobero	3		
			Cordia alliodora	Aguardientillo	3		2.0
			Enterolobium cyclocarpum	Parota	4		1.0
			Vachellia cornigera	Cornizuelo	1		
	Arbustivo		*Pavonia schiedeana*	Cabeza de arriera	20		
			Randia aculeata	Crucecita	14		
			Stachytarpheta mutabilis	Alina de serpiente rosa	1		
	Herbáceo		*Passiflora foetida*	Bejuco	2		
			Tradescantia fluminensis	Oreja de Gato	3		

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.34. Especies presentes en el sitio 1 de muestreo del AP.

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo (Renuevos)	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	1
		Vachellia cornigera	Cornizuelo	5
		Jacaratia mexicana	Bonete	8
	Arbustivo	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	8
	Herbáceo	*Megathyrsus maximus*	Camalote	1

Cuadro IV.35. Especies presentes en el sitio 2 de muestreo del AP.

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
2	Arbóreo (Renuevos)	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	4
		Jacaratia mexicana	Bonete	5
	Arbustivo	*Sin presencia*		
	Herbáceo	*Megathyrsus maximus*	Camalote	3

METODOLOGÍA PARA CALCULO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES

Para realizar el cálculo de individuos por hectárea se sigue la siguiente formula:

$$Ind.ha = \frac{No.individuos * (\frac{10000}{tamaño\ del\ sitio})}{Número\ total\ de\ sitios}$$

Donde:

No. individuos= Frecuencia de una especie registrada
Tamaño de sitio= Superficie en metros cuadros de acuerdo al estrato

- ✓ Arbóreo (adultos): 225 m^2
- ✓ Arbóreo (renuevos): 50 m^2
- ✓ Arbustivo: 50 m^2
- ✓ Herbáceo: 1 m^2

Número total de sitios: cantidad de sitios muestreados (3 para el SA y 2 para el AP).

Para realizar el cálculo de individuos totales se sigue la siguiente formula:

$$Ind.Totales = Ind.ha * superficie\ muestreada$$

Donde:

Superficie muestreada en el SA: 0.6705 ha.

Superficie muestreada en el AP: 0.6890 ha.

Como resultado del procesamiento de la información obtenida en el muestreo, se presenta el siguiente listado de flora junto a los individuos presentes en los sitios de muestreo en las unidades de analisis conforme al estrato que pertenecen.

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.36. Número de individuos por hectárea y total por estrato en el SA.

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTALES
ESTRATO ARBÓREO						
1	Boraginaceae	Cordia	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	563	380
2	Boraginaceae	Cordia	*Cordia elaeagnoides*	Bocote	133	90
3	Burseraceae	Bursera	*Bursera simaruba*	Palo mulato	563	380
4	Caricaceae	Jacaratia	*Jacaratia mexicana*	Bonete	67	45
5	Fabaceae	Enterolobium	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	281	190
6	Fabaceae	Leucaena	*Leucaena diversifolia*	Guaje	44	30
7	Fabaceae	Vachellia	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	133	90
8	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	178	120
9	Moraceae	Ficus	*Ficus insipida*	Amate	163	110
10	Polygonaceae	Coccoloba	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	600	405
TOTAL					**2,726**	**1,840**
ESTRATO ARBUSTIVO						
1	Celastraceae	*Hippocratea*	*Hippocratea volubilis*	Bejuco colorado	200	135
2	Fabaceae	*Bauhinia*	*Bauhinia ungulata*	Escalera de mono	800	540

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTALES
3	Fabaceae	*Indigofera*	*Indigofera suffruticosa*	Añil	267	180
4	Malvaceae	*Pavonia*	*Pavonia schiedeana*	Cabeza de arriera	2,400	1620
5	Rubiaceae	*Randia*	*Randia aculeata*	Crucecita	1,333	900
6	Scrophulariaceae	*Capraria*	*Capraria frutescens*	Sek'aax bóox	133	90
7	Verbenaceae	*Stachytarpheta*	*Stachytarpheta mutabilis*	Alina de serpiente rosa	400	270
TOTAL					**5,533**	**3,735**
ESTRATO HERBÁCEO						
1	Commelinaceae	*Tradescantia*	*Tradescantia fluminensis*	Oreja de Gato	13,333	9000
2	Cyperaceae	*Cyperus*	*Cyperus seslerioides*	Zacate de toche	33,333	22500
3	Euphorbiaceae	*Acalypha*	*Acalypha alopecuroidea*	Cola de gato	6,667	4500
4	Passifloraceae	*Passiflora*	*Passiflora foetida*	Bejuco	6,667	4500
5	Poaceae	*Megathyrsus*	*Megathyrsus maximus*	Camalote	16,667	11250
TOTAL					**76,667**	**51,750**

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.37. Número de individuos por hectárea y total por estrato en el AP.

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTALES
ESTRATO ARBÓREO						
1	Caricaceae	*Jacaratia*	*Jacaratia mexicana*	Bonete	1300	896
2	Bignoniaceae	*Handroanthus*	*Handroanthus chrysanthus*	Roble amarillo	10	7
3	Bignoniaceae	*Tabebuia*	*Tabebuia rosea*	Roble rosa	10	7
4	Boraginaceae	*Cordia*	*Cordia elaeagnoides*	Bocote	39	27
5	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba*	Palo mulato	1	1
6	Fabaceae	*Samanea*	*Samanea saman*	Cenizaro	12	8
7	Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	933	643
8	Fabaceae	*Enterolobium*	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	4	3
9	Fabaceae	*Andira*	*Andira inermis*	Cuatololote	20	14
10	Malvaceae	*Guazuma*	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	109	75
11	Meliaceae	*Cedrela*	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	3	2
12	Moraceae	*Ficus*	*Ficus insipida*	Amate	6	4
13	Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	3	2
TOTAL					**2451**	**1689**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTALES**
1	Acanthaceae	*Megaskepasma*	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	800	551
TOTAL					**800**	**551**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTALES**
1	Poaceae	*Megathyrsus*	*Megathyrsus maximus*	Camalote	20000	13780
TOTAL					**20,000**	**13,780**

DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES FLORÍSTICAS

De igual forma se presentan los listados de la distribución de las especies registradas en el muestreo de la unidad de análisis el cual fue consultado en las páginas oficiales de Enciclovida[xi] y Naturalis[xii]. Además también, se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normativa internacional CITES[xiii] y la NOM-059-SEMARNAT-2010[xiv] registradas en las unidades de analisis para los distintos estratos.

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.38. Especies presentes en el SA, distribución y situación actual.

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus CITES
Arbóreo	Boraginaceae	Cordia alliodora	Aguardientillo	Nativa	S/C	S/C
	Boraginaceae	Cordia elaeagnoides	Bocote	Endémica	S/C	S/C
	Burseraceae	Bursera simaruba	Palo mulato	Nativa	S/C	S/C
	Caricaceae	Jacaratia mexicana	Bonete	Nativa	S/C	S/C
	Fabaceae	Enterolobium cyclocarpum	Parota	Nativa	S/C	S/C
	Fabaceae	Leucaena diversifolia	Guaje	Nativa	S/C	S/C
	Fabaceae	Vachellia cornigera	Cornizuelo	Nativa	S/C	S/C
	Malvaceae	Guazuma ulmifolia	Guacima	Nativa	S/C	S/C
	Moraceae	Ficus insipida	Amate	Nativa	S/C	S/C
	Polygonaceae	Coccoloba barbadensis	Jobero	Nativa	S/C	S/C
Arbustivo	Celastraceae	Hippocratea volubilis	Bejuco colorado	Nativa	S/C	S/C
	Fabaceae	Bauhinia ungulata	Escalera de mono	Nativa	S/C	S/C
	Fabaceae	Indigofera suffruticosa	Añil	Nativa	S/C	S/C
	Malvaceae	Pavonia schiedeana	Cabeza de arriera	Nativa	S/C	S/C
	Rubiaceae	Randia aculeata	Crucecita	Nativa	S/C	S/C
	Scrophulariaceae	Capraria frutescens	Sek'aax bóox	Nativa	S/C	S/C
	Verbenaceae	Stachytarpheta mutabilis	Alina de serpiente rosa	Nativa	S/C	S/C
Herbáceo	Commelinaceae	Tradescantia fluminensis	Oreja de Gato	Introducida	S/C	S/C
	Cyperaceae	Cyperus seslerioides	Zacate de toche	Nativa	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	Acalypha alopecuroidea	Cola de gato	Nativa	S/C	S/C
	Passifloraceae	Passiflora foetida	Bejuco	Nativa	S/C	S/C
	Poaceae	Megathyrsus maximus	Camalote	Exótica-invasora	S/C	S/C

Como se observa en el cuadro anterior ninguna especie se encuentra enlistada en el estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en el apartado de CITES.

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.39. Especies presentes en el AP, distribución y situación actual.

ESTRATO	ESPECIE	NOMBRE CÓMUN	DISTRIBUCIÓN	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus CITES
Arbóreo	*Andira inermis*	Cuatololote	Nativa	S/C	S/C
	Bursera simaruba	Palo mulato	Nativa	S/C	S/C
	Cedrela odorata	Cedro rojo	Nativa	Pr	Apéndice II
	Coccoloba barbadensis	Jobero	Nativa	S/C	S/C
	Cordia elaeagnoides	Bocote	Endémica	S/C	S/C
	Enterolobium cyclocarpum	Parota	Nativa	S/C	S/C
	Ficus insipida	Amate	Nativa	S/C	S/C
	Guazuma ulmifolia	Guacima	Nativa	S/C	S/C
	Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	Nativa	A	Apéndice II
	Samanea saman	Cenizaro	Exótica	S/C	S/C
	Tabebuia rosea	Roble rosa	Nativa	S/C	Apéndice II
	Vachellia cornigera	Cornizuelo	Nativa	S/C	S/C
	Jacaratia mexicana	Bonete	Nativa	S/C	S/C
Arbustivo	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	Exotica	S/C	S/C
Herbáceo	*Megathyrsus maximus*	Camalote	Exótica-invasora	S/C	S/C

*Para la consulta de la distribución se obtuvo información de Enciclovida y Naturalist, para conocer su estatus se consultó el anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de

flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019[5] y la lista de especies de CITES[6].

♣ Análisis de diversidad de la vegetación

Se presenta un análisis de diversidad de cada uno de los estratos de la vegetación.

CÁLCULO DE ÍNDICE DE SIMPSON DE LAS ESPECIES EN EL MUESTREO DE FLORA DENTRO DE LA MICROOCUENCA HIDROGRAFICA.

Índice de Simpson

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson[xv].

El índice de dominancia 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. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este valor es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado.

Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanta menos dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa.

A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad[xvi].

Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta.

Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo con los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- ✓ Mayor a 0.67 diversidad alta.
- ✓ 0.34 a 0.66 diversidad media.
- ✓ 0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

- ✓ Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.

[5] NOM-059-SEMARNAT-2010. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

[6] Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Listado de especies CITES. https://checklist.cites.org/#/es

- ✓ Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.
- ✓ Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

Donde:

λ = Índice de dominancia

Pi = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de especies

A continuación, se muestran los cálculos del Índice de Simpson.

SISTEMA AMBIENTAL

Estrato arbóreo

Cuadro IV.40. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo del SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Boraginaceae	Cordia	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	563	0.2065	0.0427
2	Boraginaceae	Cordia	*Cordia elaeagnoides*	Bocote	133	0.0489	0.0024
3	Burseraceae	Bursera	*Bursera simaruba*	Palo mulato	563	0.2065	0.0427
4	Caricaceae	Jacaratia	*Jacaratia mexicana*	Bonete	67	0.0245	0.0006
5	Fabaceae	Enterolobium	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	281	0.1033	0.0107
6	Fabaceae	Leucaena	*Leucaena diversifolia*	Guaje	44	0.0163	0.0003
7	Fabaceae	Vachellia	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	133	0.0489	0.0024
8	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	178	0.0652	0.0043
9	Moraceae	Ficus	*Ficus insipida*	Amate	163	0.0598	0.0036
10	Polygonaceae	Coccoloba	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	600	0.2201	0.0484
10	**Total**				**2,726**	**1**	**0.1579**
I. Simpson λ							**0.8421**
Dominancia							**0.1579**

Los resultados para el estrato arbóreo muestran que, para el índice de diversidad de Simpson, la diversidad es alta con un valor de 0.8421, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.1579).

Estrato arbustivo

Cuadro IV.41. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo del SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Celastraceae	Hippocratea	*Hippocratea volubilis*	Bejuco colorado	135	0.0361	0.0013
2	Fabaceae	Bauhinia	*Bauhinia ungulata*	Escalera de mono	540	0.1446	0.0209
3	Fabaceae	Indigofera	*Indigofera suffruticosa*	Añil	180	0.0482	0.0023
4	Malvaceae	Pavonia	*Pavonia schiedeana*	Cabeza de arriera	1,620	0.4337	0.1881
5	Rubiaceae	Randia	*Randia aculeata*	Crucecita	900	0.2410	0.0581
6	Scrophulariaceae	Capraria	*Capraria frutescens*	Sek'aax bóox	90	0.0241	0.0006
7	Verbenaceae	Stachytarpheta	*Stachytarpheta mutabilis*	Alina de serpiente rosa	270	0.0723	0.0052
7	**Total**				**3,735**	**1**	**0.2765**
I. Simpson λ							**0.7235**
Dominancia							**0.2765**

Los resultados para el estrato arbustivo, muestra que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es alta con un valor de 0.7235, y la dominancia baja que es de (0.2765), indicando que no existe dominancia de ninguna especie dentro de este estrato.

Estrato herbáceo

Cuadro IV.42. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo del SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Commelinaceae	Tradescantia	*Tradescantia fluminensis*	Oreja de Gato	9,000	0.1739	0.0302
2	Cyperaceae	Cyperus	*Cyperus seslerioides*	Zacate de toche	22,500	0.4348	0.1890
3	Euphorbiaceae	Acalypha	*Acalypha alopecuroidea*	Cola de gato	4,500	0.0870	0.0076
4	Passifloraceae	Passiflora	*Passiflora foetida*	Bejuco	4,500	0.0870	0.0076
5	Poaceae	Megathyrsus	*Megathyrsus maximus*	Camalote	11,250	0.2174	0.0473
5	**Total**				**51,750**	**1**	**0.2817**
I. Simpson λ							**0.7183**
Dominancia							**0.2817**

Los resultados de este estrato, de acuerdo con el índice de diversidad de Simpson, indican que la diversidad es alta, con un valor de 0.7183 y una dominancia baja de 0.2817, lo que indica que para el estrato herbáceo no existe ninguna especie dominante.

ÁREA DEL PROYECTO

Estrato arbóreo

Cuadro IV.43. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbóreo del AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Caricaceae	Jacaratia	Jacaratia mexicana	Bonete	896	0.5304	0.2813
2	Bignoniaceae	Handroanthus	Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	7	0.0041	0.0000
3	Bignoniaceae	Tabebuia	Tabebuia rosea	Roble rosa	7	0.0041	0.0000
4	Boraginaceae	Cordia	Cordia elaeagnoides	Bocote	27	0.0160	0.0003
5	Burseraceae	Bursera	Bursera simaruba	Palo mulato	1	0.0006	0.0000
6	Fabaceae	Samanea	Samanea saman	Cenizaro	8	0.0047	0.0000
7	Fabaceae	Vachellia	Vachellia cornigera	Cornizuelo	643	0.3808	0.1450
8	Fabaceae	Enterolobium	Enterolobium cyclocarpum	Parota	3	0.0018	0.0000
9	Fabaceae	Andira	Andira inermis	Cuatololote	14	0.0083	0.0001
10	Malvaceae	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Guacima	75	0.0444	0.0020
11	Meliaceae	Cedrela	Cedrela odorata	Cedro rojo	2	0.0012	0.0000
12	Moraceae	Ficus	Ficus insipida	Amate	4	0.0024	0.0000
13	Polygonaceae	Coccoloba	Coccoloba barbadensis	Jobero	2	0.0012	0.0000
13	**Total**				**1,689**	**1**	**0.4287**
I. Simpson λ							**0.5713**
Dominancia							**0.4287**

Estrato arbustivo

Cuadro IV.44. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato arbustivo del AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Acanthaceae	*Megaskepasma*	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	551	1.0000	1.0000
1	**Total**				**551**	**1**	**1.0000**
I. Simpson λ							**0.0000**
Dominancia							**1.0000**

Estrato herbáceo

Cuadro IV.45. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson del estrato herbáceo del AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Poaceae	*Megathyrsus*	*Megathyrsus maximus*	Camalote	13,780	1.0000	1.0000
1	**Total**				**13,780**	**1**	**1.0000**
I. Simpson λ							**0.0000**
Dominancia							**1.0000**

En el estrato arbóreo, el índice de Simpson es de 0.5713 lo cual nos indica una diversidad medias teniendo una dominancia con un valor de 0.4287, para los estratos arbustivo y herbáceo el valor del índice de Simpson es de 0.00 lo cual nos indica que existe diversidad baja ya que solo se encontró una especie en cada estrato por lo que se tiene una dominancia alta con un valor de 1.

CÁLCULO DE ÍNDICE SHANNON WIENEER DE ESPECIES DE FLORA EN EL MUESTREO DENTRO DE LA CUENCA HIDROLÓGICO – FORESTAL

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá cada individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes.

La diversidad se midió con el Índice de Shannon – Wiener (1949), considerando lo siguiente:

1.- 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 que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

2.- Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

3.- 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).

Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo con los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- ♣ 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- ♣ 4 muy buen estado / diversidad alta.

- ♣ 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- ♣ 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- ♣ 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- ♣ 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

Índice de Shannon – Wiener *(1949)*

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice 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), (Magurran, 2001).

El índice de Shannon se calcula de la siguiente forma:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} pi * LN(pi)$$

Dónde:

n_i = número de individuos en el sistema de la especie determinada i
N = número total de individuos
S = número total de especies

A continuación, se presentan los valores del índice de Shannon Weiner para las especies del muestreo de la MCH y su respectiva Desviación Estándar.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos para el Índice de Shannon - Weiner

SISTEMA AMBIENTAL

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo, presenta una diversidad baja, con un estado de conservación pobre con perturbación, de acuerdo con el valor del índice de Shannon de **2.0187** y una H' max = **2.3026**, representada por un total de 6 especies.

Cuadro IV.46. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo del SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Boraginaceae	Cordia	Cordia alliodora	Aguardientillo	563	0.2065	-1.5773	-0.3258
2	Boraginaceae	Cordia	Cordia elaeagnoides	Bocote	133	0.0489	-3.0177	-0.1476
3	Burseraceae	Bursera	Bursera simaruba	Palo mulato	563	0.2065	-1.5773	-0.3258
4	Caricaceae	Jacaratia	Jacaratia mexicana	Bonete	67	0.0245	-3.7109	-0.0908
5	Fabaceae	Enterolobium	Enterolobium cyclocarpum	Parota	281	0.1033	-2.2705	-0.2345
6	Fabaceae	Leucaena	Leucaena diversifolia	Guaje	44	0.0163	-4.1163	-0.0671
7	Fabaceae	Vachellia	Vachellia cornigera	Cornizuelo	133	0.0489	-3.0177	-0.1476
8	Malvaceae	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Guacima	178	0.0652	-2.7300	-0.1780
9	Moraceae	Ficus	Ficus insipida	Amate	163	0.0598	-2.8170	-0.1684
10	Polygonaceae	Coccoloba	Coccoloba barbadensis	Jobero	600	0.2201	-1.5136	-0.3332
10	**Total**				**2,726**	**1**	-	**-2.0187**
							I. Shannon H	**2.0187**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.3026**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8767**

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se registró una riqueza de 7 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon se obtuvo un valor de **1.5307** y una H. máx.= **1.9459**, dándonos como resultado una diversidad baja con un estado de conservación pobre con perturbación.

Cuadro IV.47. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo del SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Celastraceae	Hippocratea	*Hippocratea volubilis*	Bejuco colorado	135	0.0361	-3.3202	-0.1200
2	Fabaceae	Bauhinia	*Bauhinia ungulata*	Escalera de mono	540	0.1446	-1.9339	-0.2796
3	Fabaceae	Indigofera	*Indigofera suffruticosa*	Añil	180	0.0482	-3.0325	-0.1461
4	Malvaceae	Pavonia	*Pavonia schiedeana*	Cabeza de arriera	1,620	0.4337	-0.8353	-0.3623
5	Rubiaceae	Randia	*Randia aculeata*	Crucecita	900	0.2410	-1.4231	-0.3429
6	Scrophulariaceae	Capraria	*Capraria frutescens*	Sek'aax bóox	90	0.0241	-3.7257	-0.0898
7	Verbenaceae	Stachytarpheta	*Stachytarpheta mutabilis*	Alina de serpiente rosa	270	0.0723	-2.6271	-0.1899
7	**Total**				**3,735**	**1**	-	**-1.5307**
							I. Shannon H	**1.5307**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.9459**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7866**

Estrato herbáceo

En el caso del estrato herbáceo, los resultados indican un Índice de Shannon de **1.4229** y una H' max = **1.6094**, lo que, nos indica que se trata de un estrato con una diversidad baja y un estado de conservación pobre con perturbación.

Cuadro IV.48. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo del SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)= n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Commelinaceae	Tradescantia	*Tradescantia fluminensis*	Oreja de Gato	9,000	0.1739	-1.7492	-0.3042
2	Cyperaceae	Cyperus	*Cyperus seslerioides*	Zacate de toche	22,500	0.4348	-0.8329	-0.3621
3	Euphorbiaceae	Acalypha	*Acalypha alopecuroidea*	Cola de gato	4,500	0.0870	-2.4423	-0.2124
4	Passifloraceae	Passiflora	*Passiflora foetida*	Bejuco	4,500	0.0870	-2.4423	-0.2124
5	Poaceae	Megathyrsus	*Megathyrsus maximus*	Camalote	11,250	0.2174	-1.5261	-0.3318
5	**Total**				**51,750**	**1**	-	**-1.4229**
							I. Shannon H	**1.4229**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.6094**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8841**

ÁREA DEL PROYECTO

Estrato arbóreo

Cuadro IV.49. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-del estrato arbóreo en el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Caricaceae	Jacaratia	Jacaratia mexicana	Bonete	896	0.5304	-0.6341	-0.3363
2	Bignoniaceae	Handroanthus	Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	7	0.0041	-5.4858	-0.0227
3	Bignoniaceae	Tabebuia	Tabebuia rosea	Roble rosa	7	0.0041	-5.4858	-0.0227
4	Boraginaceae	Cordia	Cordia elaeagnoides	Bocote	27	0.0160	-4.1359	-0.0661
5	Burseraceae	Bursera	Bursera simaruba	Palo mulato	1	0.0006	-7.4317	-0.0044

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
6	Fabaceae	Samanea	Samanea saman	Cenizaro	8	0.0047	-5.3523	-0.0254
7	Fabaceae	Vachellia	Vachellia cornigera	Cornizuelo	643	0.3808	-0.9654	-0.3677
8	Fabaceae	Enterolobium	Enterolobium cyclocarpum	Parota	3	0.0018	-6.3331	-0.0113
9	Fabaceae	Andira	Andira inermis	Cuatololote	14	0.0083	-4.7927	-0.0397
10	Malvaceae	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Guacima	75	0.0444	-3.1156	-0.1382
11	Meliaceae	Cedrela	Cedrela odorata	Cedro rojo	2	0.0012	-6.7386	-0.0080
12	Moraceae	Ficus	Ficus insipida	Amate	4	0.0024	-6.0454	-0.0143
13	Polygonaceae	Coccoloba	Coccoloba barbadensis	Jobero	2	0.0012	-6.7386	-0.0080
13	**Total**				**1,689**	**1**	-	**-1.0648**
							I. Shannon H	**1.0648**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.5649**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.4151**

Estrato arbustivo

Cuadro IV.50. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-del estrato arbustivo en el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Acanthaceae	*Megaskepasma*	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	551	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**551**	**1**	-	**0.0000**
							I. Shannon H	**0.0000**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**0.0000**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.0000**

Estrato herbáceo

Cuadro IV.51. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-del estrato herbáceo en el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Poaceae	*Megathyrsus*	*Megathyrsus maximus*	Camalote	13,780	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**13,780**	**1**	-	**0.0000**
							I. Shannon H	**0.0000**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**0.0000**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.0000**

El índice de Shannon-Wiener, en el área del proyecto arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 1.0648 esto nos indica que el área está en un estado de conservación pobre con perturbación con una diversidad baja, así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 2.5649, lo cual es indicativo que el área podría alcanzar una diversidad media, mientras que, para los estratos Arbustivo y herbáceo se tiene un valor de 0.00 en ambos casos, ya que solo se encontró una sola especie de cada estrato presente en el AP lo que nos indica un mal estado de conservación y una diversidad muy baja

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el AP se encuentra en un estado de conservación pobre con perturbación con una diversidad baja esto nos confirma que este lugar ya ha sido impactado por diversos factores los cuales hacen que exista un grado de perturbación ambiental en el área.

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES (IVI)

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. Fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al. (1977), Cox (1981), Cintrón & SchaefferNovelli (1983) y Corella et al. (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados.

Para el cálculo de este índice se utilizó como base la metodología de Curtis & McIntosh usada por Zarco-Espinosa, JI Valdez-Hernández, et al (2010), donde el IVI se calcula de la siguiente manera:

IVI= Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

Donde:

Dominancia:

Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie.

Dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Y el área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

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

Este cálculo de dominancia se usó solo para el estrato arbóreo, ya que son los individuos a los cuales se les toma dicha información, para los estratos arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas se utilizó el factor cobertura.

Densidad: Franco et al. (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde;

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Frecuencia: Es el número de veces que una especie se presenta en una cantidad dada en parcelas o puntos de muestreo.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde;

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

A continuación se presentan los resultados del valor de importancia de las especies:

Para el estrato arbóreo, la especie con un mayor IVI es el *Enterolobium cyclocarpum* con un 86.95%, en el estrato arbustivo es *Pavonia schiedeana* con un 111.75% y para el estrato herbáceo es *Cyperus seslerioides* con 103.62%.

Cuadro IV.52. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Área basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Sitios levantados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	563	0.0686	0.1016	10.2	834	20.65	3	3	1.00	16	46.68
2	*Cordia elaeagnoides*	Bocote	133	0.0000	0.0000	0.0	198	4.89	1	3	0.33	5	10.15
3	*Bursera simaruba*	Palo mulato	563	0.0387	0.0574	5.8	834	20.65	2	3	0.67	11	36.96
4	*Jacaratia mexicana*	Bonete	67	0.0000	0.0000	0.0	99	2.45	1	3	0.33	5	7.71
5	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	281	0.4778	0.7079	71.4	417	10.33	1	3	0.33	5	86.95
6	*Leucaena diversifolia*	Guaje	44	0.0268	0.0397	4.0	66	1.63	2	3	0.67	11	16.16
7	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	133	0.0000	0.0000	0.0	198	4.89	2	3	0.67	11	15.42
8	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	178	0.0247	0.0365	3.7	263	6.52	2	3	0.67	11	20.73
9	*Ficus insipida*	Amate	163	0.0331	0.0490	4.9	241	5.98	2	3	0.67	11	21.44
10	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	600	0.0000	0.0000	0.0	889	22.01	3	3	1.00	16	37.80
10	∑		**2,726**	**0.6696**	**0.9920**	**100**	**4,038**	**100**	**-**	**-**	**6.33**	**100**	**300.00**

Cuadro IV.53. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Registros por especie**	**Cobertura Relativa**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Sitios levantados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Hippocratea volubilis*	*Bejuco colorado*	135	3	0.0361	3.6	200	3.61	1	3	0.33	8	15.56
2	*Bauhinia ungulata*	*Escalera de mono*	540	12	0.1446	14.5	800	14.46	1	3	0.33	8	37.25
3	*Indigofera suffruticosa*	*Añil*	180	4	0.0482	4.8	267	4.82	2	3	0.67	17	26.31
4	*Pavonia schiedeana*	*Cabeza de arriera*	1,620	36	0.4337	43.4	2,400	43.37	3	3	1.00	25	111.75
5	*Randia aculeata*	*Crucecita*	900	20	0.2410	24.1	1,333	24.10	2	3	0.67	17	64.86
6	*Capraria frutescens*	*Sek'aax bóox*	90	2	0.0241	2.4	133	2.41	1	3	0.33	8	13.15
7	*Stachytarpheta mutabilis*	*Alina de serpiente rosa*	270	6	0.0723	7.2	400	7.23	2	3	0.67	17	31.12
7	∑		**3,735**	**83**	**1**	**100**	**5,533**	**100**	**-**	**-**	**4.00**	**100**	**300.00**

Cuadro IV.54. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	Especie	Nombre común	n	Registros por especie	Cobertura Relativa	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Sitios levantados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Tradescantia fluminensis*	*Oreja de Gato*	9,000	4	0.1739	17	13,333	17	2	3	0.67	33	68.12
2	*Cyperus seslerioides*	*Zacate de toche*	22,500	10	0.4348	43	33,333	43	1	3	0.33	17	103.62
3	*Acalypha alopecuroidea*	*Cola de gato*	4,500	2	0.0870	9	6,667	9	1	3	0.33	17	34.06
4	*Passiflora foetida*	*Bejuco*	4,500	2	0.0870	9	6,667	9	1	3	0.33	17	34.06
5	*Megathyrsus maximus*	*Camalote*	11,250	5	0.2174	22	16,667	22	1	3	0.33	17	60.14
5	∑		**51,750**	**23**	**1**	**100**	**76,667**	**100**	**-**	**-**	**2.00**	**100**	**300.00**

Nota: La base de datos de flora y estimación de los Índices de diversidad, se presenta en el CAPÍTULO VIII en el **ANEXO 12. MEMORIA DE CALCULO (DIGITAL), CAPÍTULO IV, FLORA_SA.**

ÁREA DEL PROYECTO

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el área de CUSTF para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es *Jacaratia mexicana* con un valor de 60.7, posteriormente para el estrato arbustivo se tiene una sola especie (*Hippocratea volubilis*) que presenta un valor de 300.00, para el estrato herbáceo al igual que el estrato arbustivo solo presenta una especie (*Megathyrsus maximus*) con un valor de 300.00, por ser la única especie presente en esta área.

Cuadro IV.55. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	Especie	Nombre común	n	Area basal	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Sitios/polígonos levantados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Jacaratia mexicana*	Bonete	896	0.0000	0.0000	0.0	1,300	53.04	1	1	1.00	8	60.7
2	*Handroanthus chrysanthus*	Roble amarillo	7	0.3409	0.4948	3.9	10	0.41	1	1	1.00	8	12.0
3	*Tabebuia rosea*	Roble rosa	7	0.4668	0.6774	5.3	10	0.41	1	1	1.00	8	13.4
4	*Cordia elaeagnoides*	Bocote	27	1.1933	1.7320	13.5	39	1.60	1	1	1.00	8	22.8
5	*Bursera simaruba*	Palo mulato	1	0.0050	0.0073	0.1	1	0.06	1	1	1.00	8	7.8
6	*Samanea saman*	Cenizaro	8	1.8553	2.6927	21.0	12	0.47	1	1	1.00	8	29.1
7	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	643	0.3343	0.4853	3.8	933	38.08	1	1	1.00	8	49.6
8	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	3	1.4851	2.1555	16.8	4	0.18	1	1	1.00	8	24.6
9	*Andira inermis*	Cuatololote	14	0.5981	0.8680	6.8	20	0.83	1	1	1.00	8	15.3
10	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	75	0.0861	0.1249	1.0	109	4.44	1	1	1.00	8	13.1
11	*Cedrela odorata*	Cedro rojo	2	0.1665	0.2417	1.9	3	0.12	1	1	1.00	8	9.7
12	*Ficus insipida*	Amate	4	2.2509	3.2669	25.4	6	0.24	1	1	1.00	8	33.4
13	*Coccoloba barbadensis*	Jobero	2	0.0711	0.1032	0.8	3	0.12	1	1	1.00	8	8.6
13	∑		**1,689**	**8.8534**	**12.8496**	**100**	**2,451**	**100**	**-**	**-**	**13.00**	**100**	**300**

Cuadro IV.56. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Registros por especie**	**Cobertura Relativa**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Sitios/polígonos levantados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Megaskepasma erythrochlamys*	Pavoncillo Rojo	551	8	1.0000	100.0	800	100.00	1	2	0.5	100	300.0
1	**∑**		**551**	**8**	**1**	**100**	**800**	**100**	**-**	**-**	**0.5**	**100**	**300**

Cuadro IV.57. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Registros por especie**	**Cobertura Relativa**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Sitios levantados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Megathyrsus maximus*	*Camalote*	13,780	4	1.0000	100.0	20,000	100.00	2	2	1.0	100	300.0
1	**∑**		**13,780**	**4**	**1**	**100**	**20,000**	**100**	**-**	**-**	**1.00**	**100**	**300**

Nota: La base de datos de flora y estimación de los Índices de diversidad, se presenta en el CAPÍTULO VIII en el **ANEXO 12. MEMORIA DE CALCULO (DIGITAL), CAPÍTULO IV, FLORA_AP.**

IV.2.2.2 FAUNA

UBICACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO RESPECTO A LAS ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA FAUNA SILVESTRE

La fauna silvestre corresponde a un componente de los ecosistemas con mayor relevancia, debido al rol ecológico que desempeñan en el funcionamiento y dinámica ecosistémicas. Es por ello, que previo a describir y analizar la fauna silvestre en las tres unidades de análisis (**Área de proyecto, y Sistema ambiental**), es importante revisar si tales áreas se encuentran dentro de una zona prioritaria para la fauna silvestre; por ejemplo, si las mencionadas unidades de análisis atraviesan alguna área de desplazamiento de especies (ruta migratoria) o incluso, si se encuentran dentro de un área, que por sus características óptimas de hábitat, disponibilidad de fuentes tróficas y excelente conectividad entre ecosistemas, corresponde a un corredor biológico.

a) Rutas migratorias de avifauna

La migración de las aves es uno de los ciclos naturales en los que cada año millones de aves realizan viajes de miles de kilómetros. Se estima que más de 200 especies de aves migratorias de larga distancia ocurren en México. Para estas aves migratorias, México es de vital importancia para lograr cumplir sus ciclos naturales.

Dentro del territorio nacional atraviesan cuatro de las rutas migratorias de avifauna, las cuales corresponden a:

1. Ruta oceánica del Pacífico
2. Ruta de la costa del Pacífico
3. Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas
4. Ruta del Valle de Mackenzie- Grandes lagos- Valle del Misisipi

Como se muestra en la figura siguiente, el SA se encuentran dentro de dos rutas de vuelo: 1) Rutas de la Costa del Pacífico, 2) Ruta Oceánica del Pacífico.

No se encuentra dentro de alhguna áreas de conservación.

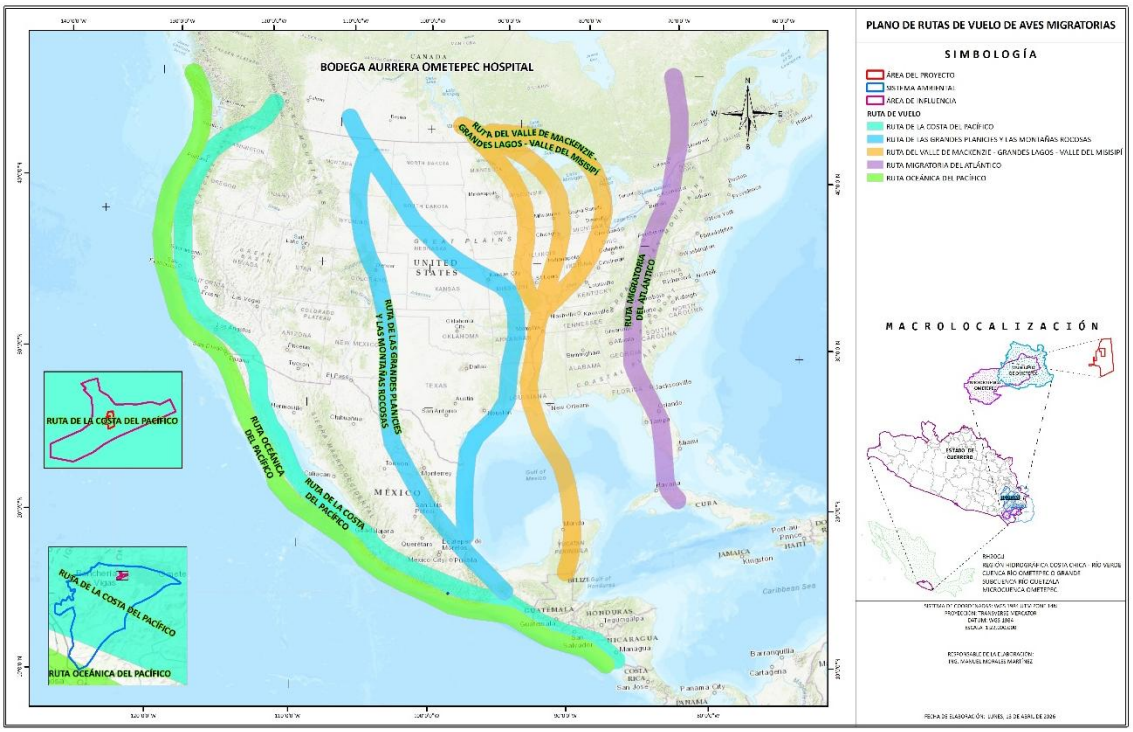


Figura IV.56. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP, AI, y SA.

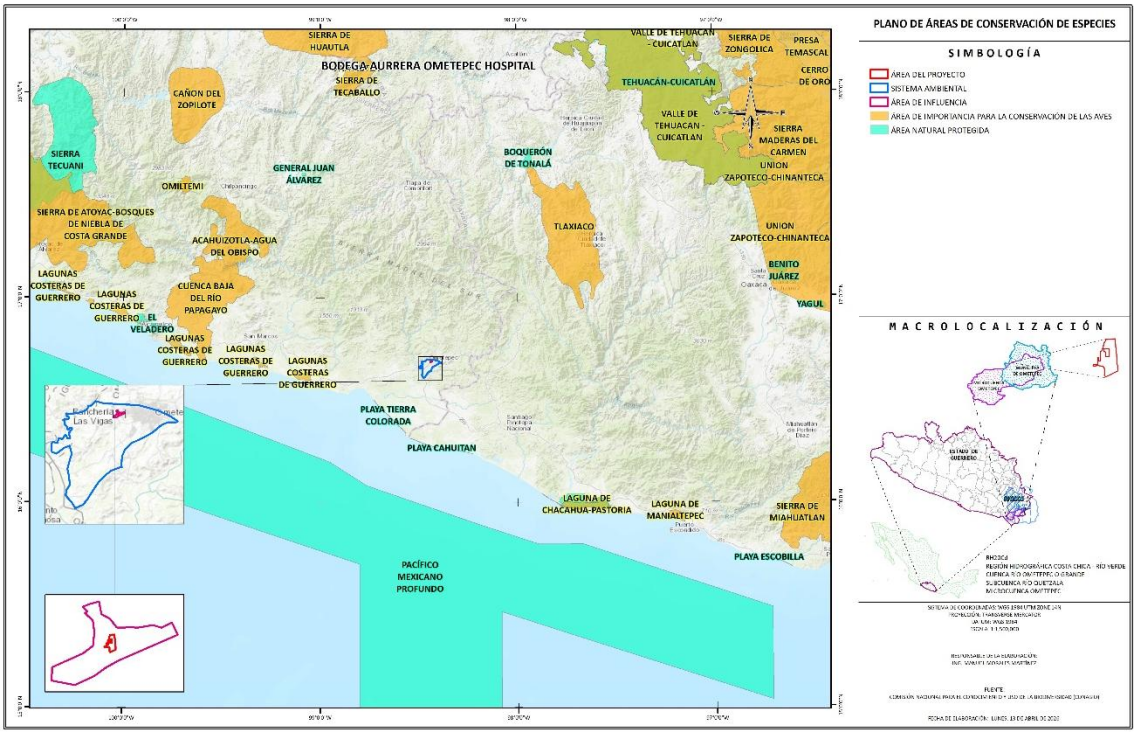


Figura IV.57. Plano de Áreas de conservación de respecto al AP, AI, y SA.

b) Corredores biológicos

Actualmente, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes,

ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, asegurando el mantenimiento de la diversidad biológica, los procesos ecológicos y evolutivos".

Dentro del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) se encuentran los siguientes:

1. Corredor Calakmul- Bala´an K´aax
2. Corredor Costa Norte de Yucatán
3. Corredor Selva Maya Zoque
4. Corredor Sian Ka´an- Bala´an K´aax
5. Corredor Sierra Madre del Sur
6. Humedales costeros-Sierra de Huimanguillo
7. Oaxaca
8. Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta
9. Sierra de Tabasco

Como se muestra en la figura siguiente, que el AP, AI, y el SA no se encuentran dentro de ningún corredor biológico, ni cerca de alguno de ellos.

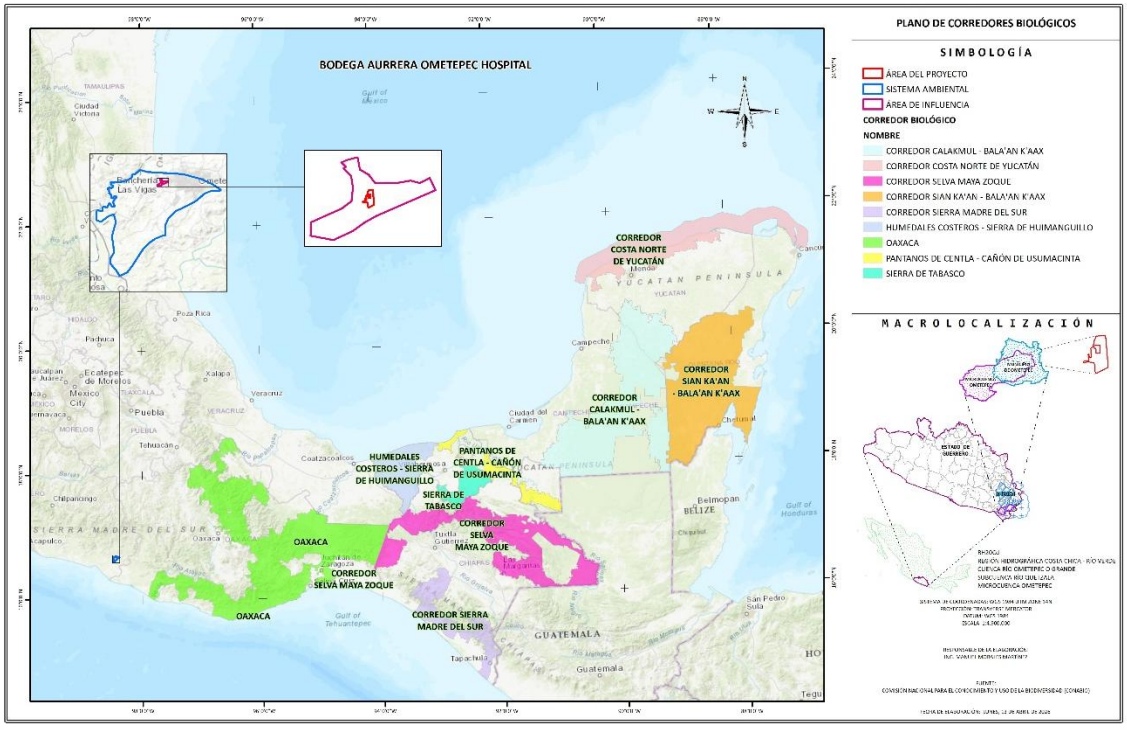


Figura IV.58. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP, AI, y al SA.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Para obtener un listado lo suficientemente completo de las especies de fauna silvestre en el SA lo más cercano posible a la composición faunística real, se realizaron dos pasos, uno que corresponde a la investigación de gabinete y el otro que corresponde a campo:

1. **Investigación de gabinete.**
2. **Investigación de campo.**
   2.1 Listado de especies obtenido en el muestreo.

INVESTIGACIÓN DE GABINETE

CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA A NIVEL BIOLÓGICO

De acuerdo con Morrone (2017[7]), el SA se encuentra en dos provincias biogeográficas, mientras que el AP se encuentra dentro de la Provincia de las tierras bajas del Pacífico.

A continuación, visualizamos las Provincia biogeográfica:

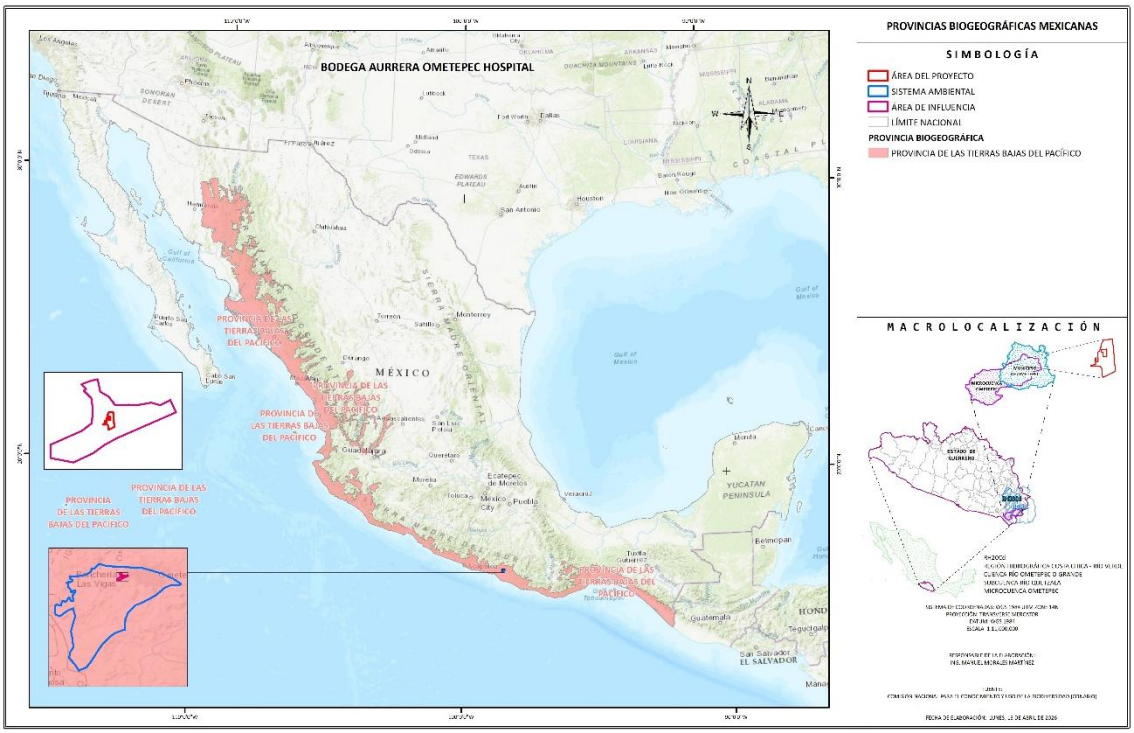


Figura IV.59. Provincia biogeográficas.

A continuación, se muestran los listados potenciales de fauna correspondiente a las tierras bajas del Pacífico en donde se desarrolla el SA y el AP.

[7] Morrone, Juan. J., Tania Escalante, Gerardo Rodríguez-Tapia, (2017). 'Mexican biogeographic provinces 2017', Grupo de Biogeografía de la Conservación. Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Zootaxa 4277 (2): 277-279. Ciudad de México, México.

LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES

Se consultaron las bases de datos del Municipio de Ometepec, Guerrero en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB, 2025[8]). A continuación, se presenta el total de fuentes bibliográficas utilizadas para elaborar los listados potenciales.

Cuadro IV.58. Bibliografías consultadas, utilizadas para generar los listados potenciales.

Bibliografía
Avifauna:
1. Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2017. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.
2. Chesser, R. T., Billerman, S. M., Burns, K. J., Cicero, C., Dunn, J. L., Hernández-Baños, B. E., Jiménez, R. A., Johnson, O., Kratter, A. W., Mason, N. A., Rasmussen, P. C. & Remsen, J. V. 2024. Sixty-fifth Supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds. Ornithology. Volume 141, Issue 3, 1 July 2024, ukae019.
3. Friedmann, H., L. Griscom & R.T. Moore. 1950. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part I. Pacific Coast Avif. 29: 1- 202.
Mamíferos
1. Allen, J. A. 1897. Further notes on mammals collected in Mexico by Dr. Audley C. Buller, with descriptions of new species. Bulletin of the American Museum of Natural History. 9: 47-58.
2. Alston, E. R. 1876. On two new species of Hesperomys. Proceedings of the Zoological Society of London. 44(1): 755-757.
3. Baird, A. B., Braun, J. K., Mares, M. A., Morales, J. C., Patton, J. C., Tran, C. Q., & Bickham, J. W. 2015. Molecular systematic revision of tree bats (Lasiurini): doubling the native mammals of the Hawaiian Islands. Journal of Mammalogy. 96(6), 1255-1274.
4. De Ferran, V., Vieira Figueiró, H., Silveira Trinca, C., Hernández-Romero, P. C., Lorenzana, G. P., Gutiérrez-Rodríguez, C., Klaus-Peter, k. & Eizirik, E. 2024. Genome-wide data support recognition of an additional species of Neotropical River otter (Mammalia, Mustelidae, Lutrinae). Journal of Mammalogy. XX, 1-9.
5. Gardner, A. L., & Ramírez-Pulido, J. 2020. Type localities of Mexican land mammals, with comments on taxonomy and nomenclature. Number 73. Special Publications of the Museum of Texas Tech University. 140 p.
6. "Geoffroy Saint-Hilaire, É. 1810. Sur les Phyllostomes et les Mégadermes, deus genres de la famille des chauve-souris. Annals du Muséum National d'Histoire Naturelle. 15: 157-198.
7. Ramírez-Pulido J., González-Ruiz N., Gardner A.L. & Arroyo-Cabrales J. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico 2014. Special Publications, Museum of Texas Tech University. Museum of Texas Tech University"
8. Hernández-Canchola, G., & León-Paniagua, L. 2021. About the specific status of Baiomys musculus and B. brunneus. THERYA. 12(2), 291-301.
9. Lichtenstein, K. M. H. 1831. Darstellung neuer oder wenig bekannter Säugethiere in Abbildungen and Beschreibungen von fu¨nf und sechzig Arten auf fu¨ nfzig colorirten Steindrucktafeln nach den Originalen des Zoologischen Museums der Universität zu Berlin. C. G. Lüderritz Berlin. Alemania. 1-119 pp.
10. Miller, G. H. Jr. 1902. Twenty new American bats. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 54: 389-412.
11. Novaes, R. L. M., Cláudio, V. C., Wilson, D. E., Weksler, M., & Moratelli, R. 2023. Taxonomic status of Myotis extremus (Chiroptera, Vespertilionidae) from Mesoamerica, with comments on the distribution and systematics of Myotis nigricans. Zoologischer Anzeiger. 308: 99-110.
12. Pavan, A.C. & Marroig, G. 2016. Integrating multiple evidences in taxonomy: species diversity and phylogeny of mustached bats (Mormoopidae: Pteronotus). Molecular Phylogenetics and Evolution. 103: 184-198.
13. Ramírez-Pulido J., González-Ruiz N., Gardner A.L. & Arroyo-Cabrales J. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico 2014. Special Publications, Museum of Texas Tech University. Museum of Texas Tech University
14. Schreber, J. C. D. Von. 1774. Die Säugethiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen. In: Walther, W. (Ed.). Vol. 1. 1-188 pp.
15. Schreber, J. C. D. Von. 1775. Die Säugethiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen. In: Walther, W. (Ed.). Vol. 2, part. 13. 223-230 pp., pls. 81-92.
16. Thomas, O. 1893. On two new members of the genus Heteromys & two of Neotoma. Annals & Magazine of Natural History. 6(12): 233-235.

[8] Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB). 2025. Guerrero, Ometepec, México. En: https://www.snib.mx/

Bibliografía	
Amphibios	
1.	Boulenger, G. A. 1902. Reptilia & Batrachia (1901). Zoological Record. 38: 1-35.
2.	Cope, E. D. 1864. Contributions to the herpetology of tropical America. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 16: 166-181.
3.	Duméril, A. M. C. & Bibron, G. 1841. Comprenant l'Histoire Générale des Batraciens, et la description des cinquante-deux generes et des cent soixante-trois espéces des deux premiers sous-ordres: Les péromèles qui n'ont pas de members, et les anoures qui sont privés de laqueue. Erpétologie Générale ou Histoire Naturelle Compléte des Reptiles. Tome 8. Libraire Encyclopédique Roret, Paris, Francia. 792 p.
4.	Frost, Darrel R. 2025. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (Jan.-Dec. 2025). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA.
5.	Lemos Espinal, J. A. & Smith, H. M. 2007. Anfibios y reptiles del estado de Coahuila, México. Amphibians & reptiles of the state of Coahuila, México. UNAM, CONABIO. México D. F. México D. F. 550 pp.
6.	Lemos Espinal, J. A. & Smith, H. M. 2009. Claves para los anfibios y reptiles de Sonora, Chihuahua y Coahuila, México. Keys to the amphibian & reptiles of Sonora, Chihuahua & Coahuila, Mexico. UNAM, University of Colorado y CONABIO. México D. F. 348 pp.
7.	Smith, H. M. 1951. The identity of Hyla underwoodi auctorum of Mexico. Herpetologica. 7: 184-190.
8.	Wiegmann, A. F. A. 1833. Herpetologischen Beyträge. I. Ueber die mexicanische Kröten nebst bemerkungen über ihren verwandte Arten anderer Weltgegenden. Isis von Oken. 26: 651-662.
Reptiles	
1.	Bocourt, M.E. 1873. Etudes sur les Reptiles. Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale. Recherches Zoologiques. Duméril, A., Bocourt, M.F. & F. Mocquard, (1870-1909). Part 2, sect. 1. Imprimerie Impériale, Paris., Livr. 2-15, pp. 33-860
2.	Cope, E.D. 1869. Seventh contribution to the herpetology of tropical America. Proceedings of the American Philosophical Society. American Philosophical Society. 11. Philadelphia, E.U.A. 147-169
3.	Cope, E.D. 1885. A contribution to the herpetology of Mexico. Proceedings of the American Philosophical Society. American Philosophical Society. 22. Philadelphia, E.U.A. 379-404
4.	Duméril, A.M.C., G. Bibron & A.H.A. Dumeríl. 1854. Erpétologie Générale ou Histoire Naturelle Complète des Reptiles. Tome Septième. Première Partie. Comprenant l'Histoire Naturelle des Serpents non Venimeux. 7 part. 1. Paris, Francia. Libraire Encyclopédique Roret. xvi + 780 S.
5.	Günther, A.C.L.G. 1872. Seventh account of new species of snakes in the collection of the British Museum. Annals & Magazine of Natural History. 9(4). London, England: Taylor & Francis, Ltd. 13-37
6.	Kennicott, R. 1860. Descriptions of new species of North American serpents in the museum of the Smithsonian Institution, Washington. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 12. 328-338
7.	Köhler, G.; Trejo-Pérez, R. G.; Petersen, C. B. & Méndez, F. R. 2014. A revision of the Mexican Anolis (Reptilia, Squamata, Dactyloidae) from the Pacific versant west of the Isthmus de Tehuantepec in the states of Oaxaca, Guerrero, & Puebla, with the description of six new species. Zootaxa. 3862 (1). 1-210 p.
8.	Ramírez-Bautista, A., Torres-Hernández, L. A., Cruz-Elizalde, R., Berriozabal-Islas, C., Hernández-Salinas, U., Wilson, L. D., Johnson, D. J., Porras, L. W., Balderas-Valdivia, C. J., Hernández-González, A. J. X. & Mata-Silva, V. 2023. An updated list of the Mexican herpetofauna: with a summary of historical and contemporary studies. ZooKeys. 1166: 287-306.
9.	Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., Bour, R., Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B. & van Dijk, P.P. 2021. Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (9th Ed.). Chelonian Research Monographs. In: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Stanford, C.B., Goode, E.V., Buhlmann, K.A., and Mittermeier, R.A. (Eds.). 8:1-472. Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group.
10.	Schlegel, H. 1837. Partie Descriptive. Essai sur la physionomie des serpens. 606 S. + xvi. La Haye
11.	Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F., Kudera, J. & Hošek, J. (eds.). 2025. The Reptile Database. http://www.reptile-database.org, accessed [Feb-Dic 2025]
12.	Wiegmann, A.F.A. 1834. Herpetologia mexicana, seu descriptio amphibiorum novae hispaniae, quae itineribus comitis de Sack, Ferdinandi Deppe et Chr. Guil. Schiede im Museum Zoologicum Berolinense Pervenerunt. Pars prima, saurorum species. Berlin, Lüderitz.

A continuación, se observan los litados de fauna para cada grupo:

AVIFAUNA

Cuadro IV.59. Listado potencial de avifauna en el SA.

ID	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN	Distribución
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	II	LC	Nativa
2	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta		II	LC	Nativa
3	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris		II	LC	Nativa
4	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas		III	LC	Nativa
5	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera			LC	Exótica-Invasora
6	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados			LC	Nativa
7	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor			LC	Nativa
8	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul			LC	Nativa
9	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura			LC	Nativa
10	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común			LC	Nativa
11	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía			LC	Exótica-Invasora
12	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga			LC	Nativa
13	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo			LC	Nativa
14	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela			LC	Nativa
15	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar			LC	Exótica-Invasora
16	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas			LC	Nativa
17	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca			LC	Nativa
18	Corvidae	Aphelocoma woodhouseii	Chara de Collar			SC	Nativa
19	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy			LC	Nativa
20	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra			SC	Endémica
21	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris			LC	Nativa
22	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas			LC	Nativa
23	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano			LC	Nativa
24	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas			LC	Nativa
25	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado			LC	Nativa
26	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña			LC	Nativa
27	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano			LC	Nativa
28	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela			LC	Nativa
29	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo			LC	Nativa
30	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico			LC	Exótica-Invasora
31	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical			LC	Nativa
32	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado			LC	Endémica
33	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	II	LC	Nativa
34	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	II	VU	Nativa
35	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita			LC	Nativa
36	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño		II	LC	Nativa
37	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano			LC	Nativa
38	Thraupidae	*Sporophila minuta*	Semillero pecho canela			LC	Nativa
39	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar			LC	Endémica
40	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís			LC	Nativa
41	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo		II	LC	Nativa

ID	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN	Distribución
42	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí		II	LC	Nativa
43	Troglodytidae	*Campylorhynchus humilis*	Matraca de Sclater			LC	Endémica
44	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela			LC	Endémica
45	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón			LC	Nativa
46	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza			LC	Nativa
47	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón			LC	Nativa
48	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común			LC	Nativa
49	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común			LC	Nativa
50	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común			LC	Nativa
51	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí			LC	Nativa

NOM-059-SEMARNAT-2010: Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC). **CITES:** Apéndice I (I), Apéndice II (II), Apéndice III (III). **IUCN:** Datos insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro de extinción (EN), En peligro crítico de extinción (DR), Extinción en estado salvaje (EW), Extinción (EX), No evaluado (NE).

MASTOFAUNA

Cuadro IV.60. Listado potencial de mastofauna en el SA.

ID	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		LC		Nativa
2	Cricetidae	*Baiomys brunneus*	Raton pigmeo del Sureste				Nativa
3	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua		LC		Nativa
4	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata arrocera		LC		Endémica
5	Cricetidae	*Peromyscus angelensis*	El ratón venado mexicano				Endémica
6	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado		LC		Nativa
7	Leporidae	Sylvilagus cunicularius	Sylvilagus cunicularius				Nativa
8	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño		LC		Nativa
9	Mormoopidae	*Pteronotus mexicanus*	Murciélago bigotudo de Parnell				Endémica
10	Mustelidae	*Lontra annectens*	Nutria de río	A	NT	I	Nativa
11	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frugívoro pigmeo		LC		Nativa
12	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro		LC		Nativa
13	Procyonidae	*Potos flavus*	Mico de noche	Pr	LC	III	Nativa
14	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo		LC		Nativa
15	Vespertilionidae	*Lasiurus frantzii*	Murciélago rojo		LC		Nativa

NOM-059-SEMARNAT-2010: Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC). **CITES:** Apéndice I (I), Apéndice II (II), Apéndice III (III). **IUCN:** Datos insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro de extinción (EN), En peligro crítico de extinción (DR), Extinción en estado salvaje (EW), Extinción (EX), No evaluado (NE).

HERPETOFAUNA

Cuadro IV.61. Listado potencial de herpetofauna en el SA.

ID	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
Amfibios							
1	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado		LC		Endémica
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca		LC	II	Endémica
3	Hylidae	*Dendropsophus sartori*	Ranita rayada	A	LC		Endémica
4	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana		LC		Endémica
5	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	LC		Nativa
Reptiles							
6	Anolidae	*Anolis nebuloides*	Anolis oaxaqueño	Pr	LC		Endémica
7	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico		LC		Endémica
8	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos		LC		Nativa
9	Colubridae	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana		LC		Nativa
10	Colubridae	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico del Pacífico	A	LC		Endémica
11	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical		LC		Nativa
12	Dipsadidae	*Leptodeira septentrionalis*	Escombrera manchada		LC		Nativa
13	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		LC		Exótica-Invasora
14	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	LC	II	Endémica
15	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	LC	II	Nativa
16	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	A	LC		Nativa
17	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta		LC		Endémica
18	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga		LC		Nativa
19	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano		LC		Endémica
20	Geoemydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga de monte pintada	A		II	Nativa

NOM-059-SEMARNAT-2010: Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC). **CITES:** Apéndice I (I), Apéndice II (II), Apéndice III (III). **IUCN:** Datos insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT), Vulnerable (VU), En peligro de extinción (EN), En peligro crítico de extinción (DR), Extinción en estado salvaje (EW), Extinción (EX), No evaluado (NE).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA PARA CADA ESPECIE

En el caso de la avifauna, a cada una de las especies se les agregó una categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo de la IUCN, categoría de acuerdo con la CITES, tendencia poblacional, estatus de residencia y endemismo. En el caso de mamíferos y reptiles se les agregó la misma información excepto el estatus de residencia.

Categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-20109. En el caso de las especies que no se encuentren enlistadas dentro de la norma se les agregará a la categoría SC (Sin Categoría).

[9] Diario Oficial de la Federación. 2022. 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. Última modificación: 14 de noviembre de 2019. Fuente:

Cuadro IV.62. Estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre.

Estatus	Descripción
Sujeta a Protección especial (Pr)	Especie que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
Amenazada (A)	Especie que podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
En Peligro de extinción (P)	Especie cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Probablemente extinta en el medio silvestre (E)	Especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

Categorías de riesgo de acuerdo con el IUCN.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo con la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)[10]:

Cuadro IV.63. Estatus de acuerdo con las categorías de riesgo de la IUCN para la fauna silvestre.

Estatus	Descripción
No evaluado (NE)	El estado de conservación de la especie aún no ha sido evaluado por la IUCN.
Datos insuficientes (DD)	No existe información adecuada sobre la especie para hacer una evaluación del riesgo de extinción.
Preocupación menor (LC)	Esta categoría incluye a una especie abundante y de amplia distribución que no se encuentra bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo. Esta categoría es por lo tanto el de menor riesgo en la lista.
Casi amenazada (NT)	Se refiere cuando una especie no satisface los criterios de las categorías de más riesgo determinadas, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo.
Vulnerable (VU)	Una especie es identificada en esta categoría cuando tras ser evaluada presenta una probabilidad alta de ser "especie en peligro de extinción".
En peligro (EN)	Esta categoría se considera para aquella especie cuyos miembros están en peligro de desaparecer.
En peligro crítico (CR)	Una especie es identificada en esta categoría cuando tras ser evaluada presenta una probabilidad extremadamente alta de ser "especie en peligro de extinción".
Extinta en estado silvestre (EW)	Una especie es considerada en esta categoría cuando los únicos miembros vivos de ella están mantenidos en cautiverio, o como especies naturalizadas excluidas de su estirpe histórica y completamente fuera de su distribución original.
Extinta (EX)	Se considera extinta a una especie a partir del instante en que muere el último individuo de esta.

Categorías de riesgo de acuerdo con la CITES.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf

[10] IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza). 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2019-2. Obtenido de: https://www.iucnredlist.org.

Las categorías de riesgo en el listado de acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres Por sus siglas en ingles CITES (CITES, 2022[11]):

Cuadro IV.64. Listados de especies de acuerdo con las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre.

Listado	Descripción
Apéndice I	En esta lista se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales.
Apéndice II	En esta lista figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.
Apéndice III	En esta lista figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Tendencia poblacional de acuerdo con el IUCN

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN maneja las siguientes categorías:

Cuadro IV.65. Categorías referentes a la tendencia poblacional para la fauna silvestre.

Tendencia poblacional	Descripción
Creciente	Cuando las especies son abundantes debido a una tendencia poblacional creciente de sus poblaciones; además, dichas poblaciones tienen una distribución amplia, y, por lo tanto, representan un colonizador altamente efectivo.
Decreciente	Las poblaciones de las especies han sido severamente reducidas, variando de comunes a poco frecuentes.
Estable	La densidad poblacional de las especies no es variable, es decir, se mantienen relativamente constantes durante la mayoría del año.
Desconocido	Existen pocos datos específicos sobre la densidad de población y la abundancia de las especies, de tal manera que no se pueden establecer parámetros poblacionales sobre ellas.

Categorías de endemismo.

En lo referente al atributo de endemismo se utiliza la siguiente clasificación:

Cuadro IV.66. Categorías de endemismo empleadas para la fauna silvestre.

Categoría	Descripción
Endémica (E)	Especies cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos de México.
Semiendémica (SE)	Incluye a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.
Cuasiendémica (CE)	Son aquellas cuyas áreas de distribución se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino debido a la continuidad de los hábitats.
Exótica (Exo)	Especies que han sido introducidas a un hábitat y/o región diferente a la de su origen.

[11] CITES. 2022. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2019. Lista de especies CITES. Obtenido de: http://checklist.cites.org/#/es.

Residencia.

En el atributo de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas categorías utilizando información publicada en literatura especializada (Peterson y Chalif, 1989[12]; Howell y Webb, 1995[13]; Sibley, 2000[14]). Dicho atributo solamente aplica para el caso exclusivo de las especies de aves. Las categorías empleadas fueron las siguientes:

Cuadro IV.67. Categorías de residencia empleadas para la avifauna silvestre.

Categoría	Descripción	Estacionalidad
Residentes (R)	Especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.	Todo el año
Migratorias de Invierno (MI)	Especies que se reproducen al Norte del continente y pasan el invierno en México.	Septiembre y Abril
Migratorias de Verano (MV)	Especies que se encuentran en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano.	Marzo y Septiembre
Transitorias (T)	Especies que durante la migración se encuentran de paso por México para dirigirse a sus áreas de invernación al Sur en el otoño o hacia sus áreas de reproducción en el Norte durante la primavera.	Otoño y Primavera
Accidentales (A)	Especies cuya presencia en México, es rara o irregular; por lo general individuos en dispersión fuera de su área de distribución habitual, o individuos que han sido arrastrados por fenómenos meteorológicos.	

ATRIBUTOS DE LAS ESPECIES

A continuación, se muestran algunos atributos importantes de las especies de avifauna que fueron registradas, los cuales se describen y especifican en seguida:

a. La estacionalidad de las especies. Esta se entiende como el periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en este estudio en cuatro categorías: residentes, migratorias de verano, migratorias de invierno y transitorias.

b. Abundancia. Se clasifica en seis categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), muy común (especie fácilmente detectable, aunque en pocos números), común (especie observada en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

c. Sociabilidad. Se refiere al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).

d. Alimentación. Para este caso se asignan categorías de acuerdo con el tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar

[12] Peterson, R. T. y Chalif, E. L. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund-Diana. México, D. F. 473 p.

[13] Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

[14] Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.

las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrados (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).

e. Hábitat. Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie y para este estudio se tomaron las condiciones de la vegetación de la siguiente manera: 1) Cauce: corresponde a los sitios que presentaron un rio y/o cause temporal, con vegetación dispersa e indicios de áreas sujetas a actividades antropogénicas. 2) Cauce con vegetación densa: corresponde a sitios con cuerpos de agua y vegetación cerrada, con árboles y arbustos. 3) Matorral: áreas principalmente con matorral desértico rosetófilo. 4) Vegetación densa: Corresponde a las áreas con vegetación conservada y, como su nombre lo indica con vegetación cerrada y densa. 5) En aquella categoría denominada "Sobrevolando pastizal" corresponde principalmente a los sitios en los cuales se observaron las aves de rapiña, las cuales se registraron en pastizales con arbolado escaso. 6) Vegetación secundaria: corresponde a las áreas que presentaron en su mayoría arbustos de tamaño pequeño y mediano. Y, por último, 7) Xerófila: Corresponde a toda aquella vegetación con espinas y cactáceas como cardones y nopales, con arbustos espinosos.

f. Distribución vertical. Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

AVIFAUNA

Para la toma de datos de la fauna silvestre se tomó en consideración algunos criterios del Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios de la CONAFOR (2018)[15].

Conteo por puntos

Para la toma de datos de avifauna se optó por el conteo por puntos, esta técnica consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado "punto de conteo". El punto de conteo por lo regular presenta una superficie circular de radio variado, con un mínimo de 10 m. Dentro del punto, se contabilizan a la totalidad de las aves vistas y/o escuchadas a lo largo de un periodo de tiempo correspondiente a 10 minutos. Durante el periodo de muestreo, habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, se lleva a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Sin embargo, la llegada al nuevo punto de

[15] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. 2018. "Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

conteo alterará la actividad normal de las aves presentes en el sitio, por lo tanto, es recomendable esperar 10 minutos antes de iniciar el registro de aves. Si durante el periodo de muestreo dentro del punto de conteo fue imposible la identificación de un ave, al final de este se podrá seguir al ave para identificarla. El muestreo contempló los horarios de mayor actividad de las aves, desde el amanecer hasta las 11:00 h, y por la tarde de 16:00 a 18:30 h.

Para la toma de datos de avifauna se optó por el conteo por puntos, esta técnica consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado “punto de conteo”. El punto de conteo por lo regular presenta una superficie circular de radio v

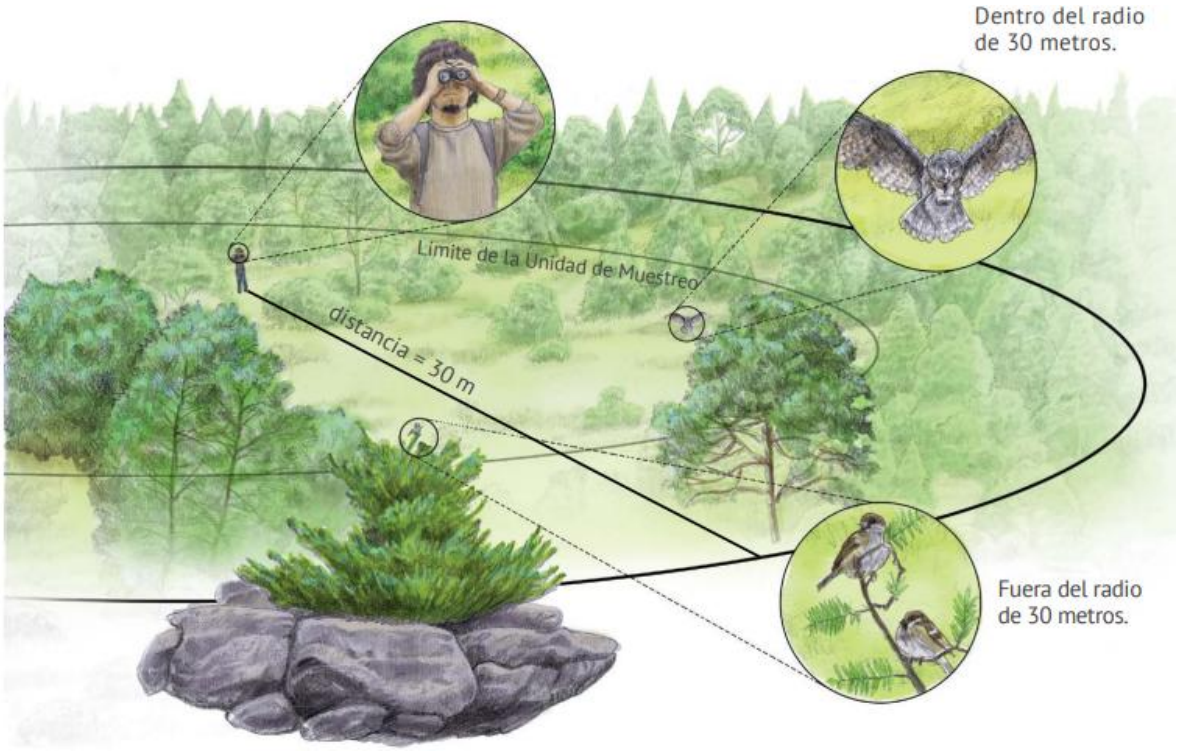


Imagen IV.13. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. **Fuente:** FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018[16]).

MASTOFAUNA

Para la determinación de especies de mastofauna se recurrió a una técnica directa (censo muestral de especies observadas) y una técnica indirecta (rastreo de especies). A continuación, se describe cada técnica empleada:

Censo muestral de especies observadas (método directo):

Consiste en hacer recorridos a lo largo de transectos/cuadrantes, en los cuales se toma nota de todas las especies vistas a lo largo de dicho trayecto. Este método usualmente se emplea para conocer la composición faunística, los hábitats que frecuentan las especies y la abundancia relativa (Ceballos *et al*., 2002).

Rastreo de especies (método indirecto):

[16] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

El rastreo de especies consiste en la búsqueda a través de transectos/cuadrantes, de todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos (los mamíferos silvestres pueden crear diversos rastros como huellas, excretas, madrigueras, señales de alimentación, restos orgánicos, sonidos y olores). Los datos indirectos permiten conocer la composición faunística de una zona, ofrecen datos sobre sus preferencias de hábitats, dieta, o comportamiento. Es frecuente emplear los datos indirectos para calcular índices de abundancia o de presencia de las especies (Aranda-Sánchez, 2012).

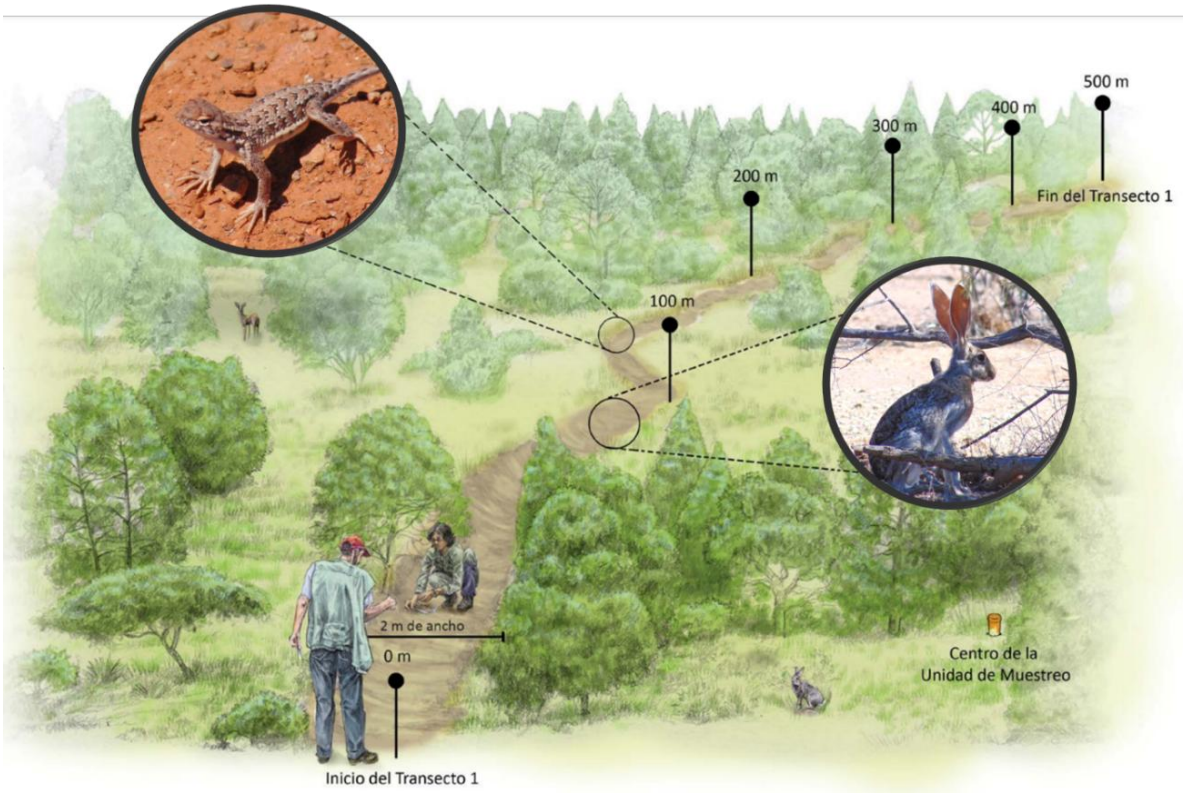


Imagen IV.14. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Durante el recorrido por el transecto se anotan los avistamientos (método directo) y rastros (método indirecto) de las especies de mastofauna y herpetofauna. Fuente: FMCN, C., & USAID, Y. U. (2018[17]).

HERPETOFAUNA

Para el muestreo de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos/cuadrantes de longitud fija. El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental ya que de esta depende su temperatura corporal, por lo que el recorrido a lo largo de los transectos se realizó durante las primeras horas de la mañana y previo al atardecer. Los transectos fueron los mismos que para la mastofauna, los cuales se recorrieron a través de una caminata dirigida para determinar la presencia de herpetofauna en cada sitio. Además, se recurrió a la captura directa, la cual se efectuó de manera manual en el caso de lagartijas; para las serpientes, se requiere de un proceso en el cual sólo se usará

[17] FMCN, C., & USAID, Y. U. (2018). Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Comisión Nacional Forestal. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Servicio Forestal de los Estados Unidos.

el gancho herpetológico y un tubo de PVC transparente de un ancho acorde a la parte más ancha de la serpiente, para poder realizar la manipulación de ejemplares que podrían resultar peligrosos.



Imagen IV.15. Ejemplo de la búsqueda activa de especies de herpetofauna y mastofauna.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES

Para la identificación de las especies se usaron guías especializadas de cada grupo faunístico, así como artículos publicados en revistas indexadas referentes a los grupos faunísticos de interés y a la región en donde se desarrolla el AP.

El orden sistemático a nivel específico (especie) siguió la propuesta taxonómica de Navarro-Sigüenza y Peterson (2004) el cual se basa en el concepto "filogenético-evolutivo" de especie. Este enfoque utiliza como criterio para designar los límites de especies el reconocimiento de caracteres únicos (autapomorfías) o combinaciones únicas para identificar y delimitar a las unidades evolutivas o linajes (McKtrick y Zink, 1988). Así, este criterio es más relevante en términos de la conservación ya que, de acuerdo con este criterio, las especies intrínsecamente sufren una disminución en sus áreas de distribución al reconocerlas como poblaciones alopátricamente diferenciadas (Rojas-Soto *et al*., 2010).

Avifauna

- ✓ Del Pont, R. M. (1997). Guía de aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología.
- ✓ Howell, S. N. G. & S. Webb. 1995.A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, USA.
- ✓ National Geographic Society. 1999.Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Tercera Edición. Washington, D.C. USA.
- ✓ Peterson, R. T. y Chalif, E. L. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund-Diana. México, D. F. 473 p.
- ✓ Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.

Herpetofauna

- ✓ González-Hernández, A. J. X., Garza-Castro, J. M., y Balderas-Valdivia, C. J. 2021. Manual de identificación de la Herpetofauna de México. Manual con ilustraciones para usar claves de identificación de Órdenes, Familias y Géneros de Anfibios y Saurópsidos No-Aves (Reptiles) de México. Universidad Autónoma de México. UNAM-DGAPA, PAPIME, PE205618.
- ✓ Ramírez-Bautista, Canseco-Márquez y Mendoza-Quijano, F. 2006. Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. En:

https://sociedadherpetologicamexicana.org.mx/principal/Publicaciones/Documentos/Pub_Esp-3-SHM.pdf

Mastofauna

- ✓ Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, T., & González-Ruiz, N. 2017. Guía para la identificación de los mamíferos de México. JHU Press.
- ✓ Aranda-Sánchez, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 255 p.
- ✓ Murie, O. J. & Elbroch, M. 2005. Peterson: Fiel Guide to animal tracks. HMH. 3ra Ed. New York. 390 pp.
- ✓ Medellín, R. A., Arita, H. T., & Sánchez H., O. 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 79 pp.

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

La biodiversidad o diversidad biológica se define como "la variabilidad entre las especies de diferentes hábitats, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad intraespecífica, entre especies y ecosistemas". El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Moreno, 2001).

La estrategia de estudio de la biodiversidad involucra inventarios intensivos de múltiples taxa relativamente bien conocidos a nivel taxonómico y con abundante información disponible sobre su historia natural. El análisis y síntesis de la información obtenida de estos inventarios, debe permitir mostrar una fotografía de la biodiversidad lo más clara y precisa posible, pero se debe tener en cuenta que corresponde a una sola fotografía en un momento específico en el tiempo. Sin embargo, para estudiar la biodiversidad se puede considerar y separar en diferentes niveles para obtener información más allá de sólo listados de especies.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es un nivel "local". La forma más sencilla de estimar el alfa-diversidad de una comunidad concreta es mediante el número (o riqueza) de especies que la componen. Sin embargo, esta medida no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos) y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad (Villareal et al., 2004). Para tener en cuenta tanto la riqueza en especies como la uniformidad, se han elaborado distintos índices.

En la elaboración de análisis estadísticos es común que se presente la necesidad de realizar comparaciones entre las características de dos o más poblaciones, para lograr esto existen diferentes tipos de pruebas que permiten inferir sobre las características de las poblaciones mediante el análisis de datos muestrales. Dichas pruebas pueden clasificarse en varios tipos, entre los que se encuentran

las pruebas paramétricas y no paramétricas, siendo estas últimas una alternativa para realizar inferencia sobre características poblacionales cuando no se cumplen los supuestos distribucionales necesarios para el uso de las pruebas paramétricas (consideradas con mayor capacidad para rechazar la hipótesis nula cuando es falsa). Cada una de las pruebas se formula con base en diferentes supuestos, los cuales cuando se tienen tamaños de muestra pequeños, pueden ser difíciles de verificar y al ser violados originan errores en las pruebas que pueden llevar a obtener conclusiones equivocadas.

METODOLOGÍA DEL ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Una curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se encuentran.

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente, por lo tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que incrementa la intensidad de muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. En este punto es conveniente puntualizar que el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía con el tiempo (Adler y Laurenroth, 2003) debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en las variables ambientales. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones ambientales de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años.

Las curvas de acumulación permiten:

- ✓ Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- ✓ Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- ✓ Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Algunas curvas de acumulación tienden a una asíntota, otras no. Las que tienden a alcanzar la asíntota sugieren que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado, y que la riqueza total se ha estimado de forma satisfactoria.

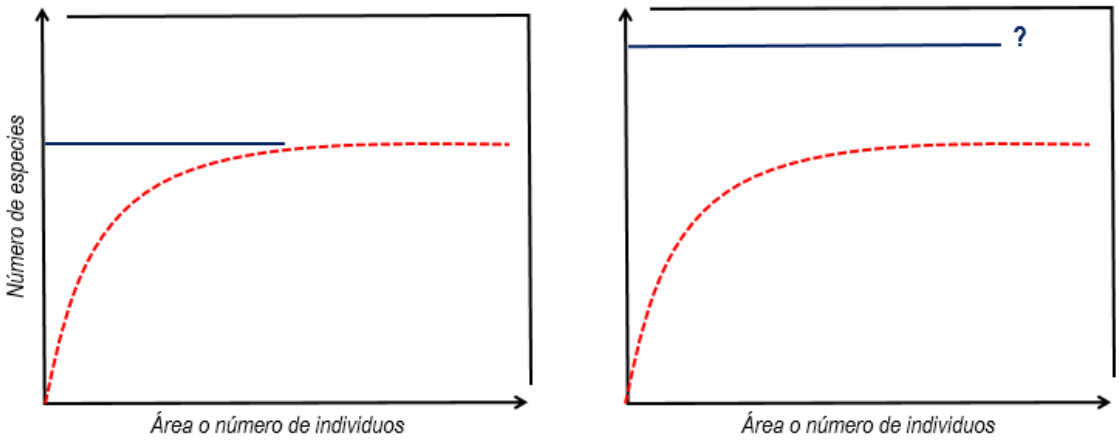


Figura IV.60. Curva de acumulación de especies.

Uno de los métodos que se comenzó a utilizar con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad, fueron las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra en la siguiente figura.

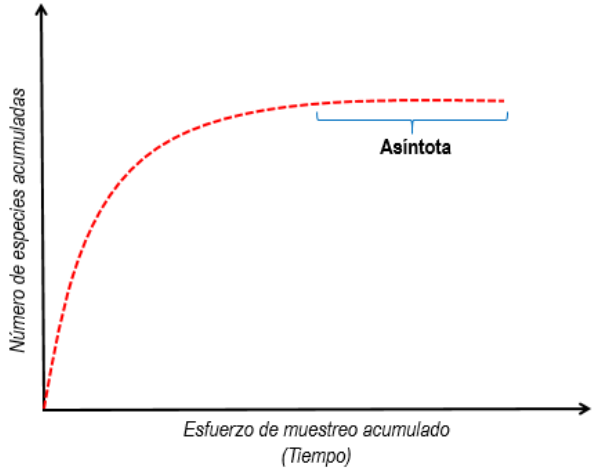


Figura IV.61. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Pero incluso en estas curvas, podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Esto último constituyó un hallazgo importante, ya que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, puesto que hay especies comunes y especies muy raras.

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos.

✓ MÉTODOS PARAMÉTRICOS

Se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes) y requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal).

Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Para poder analizar a la fauna silvestre se consideró a la diversidad alfa medida por medio de la riqueza específica (cantidad de especies) y métricas de diversidad. A continuación, se describen las características más importantes de los análisis considerados:

1. Riqueza específica
   - ✓ Número de especies
2. Índices de diversidad proporcional
   - ✓ Índice de Simpson modificado por Pielou
   - ✓ Índice de Shannon-Wiener (H´)
   - ✓ Índice de Margalef (D_{Mg})
   - ✓ Índice de diversidad verdadera (^1D)
3. Distribución de abundancias (basadas en los índices de diversidad proporcional)
   - ✓ Equidad (J)
   - ✓ Dominancia (D)
4. Completitud de muestreo
   - ✓ Curva de acumulación de especies

Índices de diversidad proporcional

✓ Índice de Simpson modificado por Pielou (Dp)

El índice de Simpson expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y 1 (1-1/S).

$$D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\ (ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

ni= Número de individuos de la especie i en la muestra.
N= Número total de individuos en la muestra.
S= Número total de especies en la muestra.

No obstante, si las comunidades fueran infinitamente grandes jamás se podría capturar más allá de una pequeña fracción de su diversidad. Por ello, Pielou (1969) modificó el índice de Simpson para que sea aplicable a comunidades finitas.

- ✓ **Índice de Shannon-Wiener (H´)**

El índice de Shannon-Wiener, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln * Pi$$

H = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
ln = Logaritmo natural

- ✓ **Índice de Margalef (DMg)**

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S= kN donde k es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da DMg=0 cuando hay una sola especie.

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

S = Número de especies
N= Número total de individuos

- ✓ **Índice de diversidad verdadera (1D)**

El índice de diversidad verdadera muestra el grado de diversidad de un sitio determinado, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia). El índice de diversidad verdadera de orden 1 (1D), se obtiene mediante el exponencial del índice de entropía de Shannon-Wiener.

$$^{1}D = Exp\,(H') = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

^{1}D = Índice de diversidad verdadera de orden 1
H´= Índice de Shannon-Wiener
exp= exponencial
S= Número total de especies
Pi= Abundancia relativa de la i-ésima especie
Ln= Logaritmo natural

Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies)

- ✓ **Método paramétrico: modelos logarítmico y potencial**

Los modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies son llamados métodos de estimación que implican calcular los valores de los parámetros de las funciones matemáticas que se utilizan en los modelos de regresión. Dichos valores son constantes dentro del modelo predictivo y se estiman a partir del método de los mínimos cuadrados.

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= Riqueza
α= Parámetro
β=Parámetro
M= Muestras

MUESTREO REALIZADO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Se establecieron 12 puntos de conteo para la determinación de avifauna.

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos:

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Cuadro IV.68. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema ambiental.

Mes de muestreo	Punto de conteo	Coordenadas		Radio (m)	Superficie (ha)
		X	Y		
Julio, 2025	1	560225.83	1844346.91	15	0.0707
	2	560192.45	1844497.42	15	0.0707
	3	560359.44	1844123.24	15	0.0707
	4	560328.52	1844272.86	15	0.0707
	5	560748.82	1844375.02	15	0.0707
	6	560696.91	1844224.73	15	0.0707
	7	556444.8	1839810.25	15	0.0707
	8	556585.69	1839863.64	15	0.0707
	9	556775.22	1839941.04	15	0.0707
	10	556898.89	1840041.07	15	0.0707
	11	557011.56	1840110.98	15	0.0707
	12	557145.97	1840188.29	15	0.0707
	Total				**0.8482**

TRANSECTOS

Para la mastofauna y herpetofauna se establecieron 6 transectos.

Cuadro IV.69. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental.

Mes de muestreo	Transecto	Coordenada inicial		Coordenada final		Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (ha)
		X	Y	X	Y			
Julio, 2025	T1	560225.83	1844346.91	560192.45	1844497.42	150	15	0.225
	T2	560359.44	1844123.24	560328.52	1844272.86	150	15	0.225
	T3	560748.82	1844375.02	560696.91	1844224.73	150	15	0.225
	T4	556444.8	1839810.25	556585.69	1839863.64	150	15	0.225
	T5	556775.22	1839941.04	556898.89	1840041.07	150	15	0.225
	T6	557011.56	1840110.98	557145.97	1840188.29	150	15	0.225
	Total							**1.35**

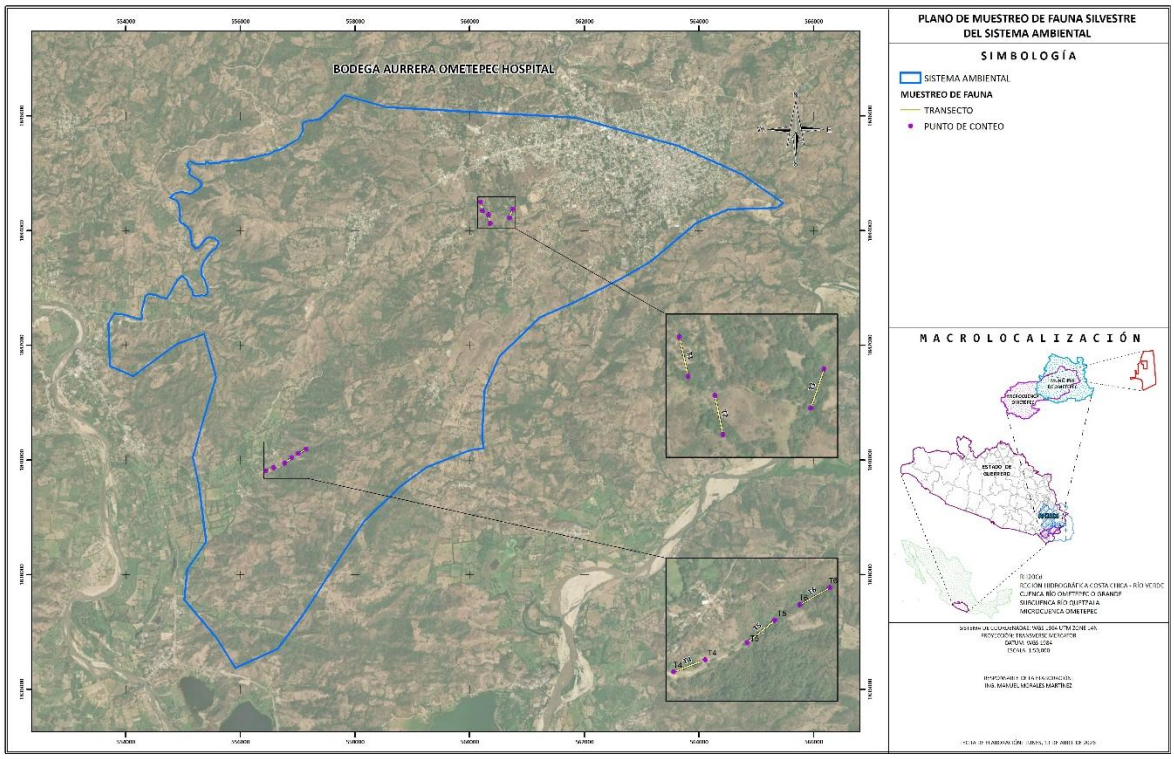


Figura IV.62. Sitios de muestreo para avifauna, mastofauna y herpetofauna.

LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 12 puntos de conteo de muestreo establecidos en el SA:

Cuadro IV.70. Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el Sistema Ambiental.

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	Registros
1	Accipitridae	Buteo	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	**Pr**	II	LC	Nativa	Estable	1
2	Ardeidae	Ardea	*Ardea ibis*	Garza ganadera	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Creciente	3
3	Cathartidae	Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	1
4	Columbidae	Columba	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Decreciente	3
5	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	7
6	Columbidae	Columbina	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	3
7	Columbidae	Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Creciente	2
8	Corvidae	Cyanocorax	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	SC	SC	LC	Nativa	Estable	2
9	Corvidae	Aphelocoma	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	SC	SC	SC	Nativa	SC	2
10	Fringillidae	Euphonia	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	SC	SC	SC	Endémica	SC	1
11	Hirundinidae	Stelgidopteryx	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	SC	SC	LC	Nativa	Decreciente	3
12	Icteridae	Cassiculus	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	SC	SC	LC	Nativa	Decreciente	1
13	Icteridae	Icterus	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	SC	SC	LC	Nativa	Estable	2
14	Icteridae	Icterus	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	SC	SC	LC	Nativa	Estable	1
15	Icteridae	Quiscalus	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	SC	SC	LC	Nativa	Estable	4
16	Momotidae	Momotus	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	SC	SC	LC	Nativa	Decreciente	1
17	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Decreciente	9
18	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	SC	SC	LC	Endémica	Estable	1
19	Thraupidae	Saltator	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	SC	SC	LC	Nativa	Estable	1
20	Thraupidae	Thraupis	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	SC	SC	SC	Nativa	Creciente	1
21	Trochilidae	Amazilia	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	SC	II	LC	Nativa	Estable	1

ID	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	Registros
22	Trochilidae	Archilochus	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	SC	II	LC	Nativa	Creciente	1
23	Turdidae	Turdus	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	SC	SC	LC	Endémica	Estable	4
24	Tyrannidae	Camptostoma	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	SC	SC	LC	Nativa	Decreciente	6
25	Tyrannidae	Myiozetetes	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	SC	SC	LC	Nativa	Estable	4
26	Tyrannidae	Pitangus	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	4
27	Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	2
27	**Total**									**71**

Abreviaturas y significados:
Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: E – Probablemente extinta en el medio silvestre, P – En peligro de extinción, A – Amenazada, Pr – Sujeta a protección especial.
Apéndices de acuerdo al CITES: I – Apéndice I, II – Apéndice II, II - Apéndice III
Categorías de riesgo de acuerdo al IUCN: LC - Preocupación menor, DD - Datos Insuficientes, LC - Preocupación Menor, NT - Casi Amenazado, VU – Vulnerable, EN - En Peligro, CR – En peligro crítico, EW - Extinto en estado silvestre, EW – Extinto, NE - No evaluado.

NOM-059-SEMARNAT-2010	Una especie se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su Anexo Normativo III, la cual corresponde a *Buteo albonotatus* como en protección especial (Pr).
CITES	Las siguientes especies se encuentran listadas el apéndice II de la CITES: *Buteo albonotatus, Amazilia rutila y Archilochus colubris.*
IUCN	Veinticuatro especies se encuentran catalogadas como En preocupación menor por sus siglas en inglés LC (Least Concern) y tres especies en categoría de sin categoría.
Tendencia poblacional	Diecinueve especies presentan una tendencia poblacional favorable (Creciente, estable) seis una tendencia desfavorable (Decreciente) y dos especies catalogadas como sin categoría.
Distribución	Tres especies son endémicas, veinte especies son nativas y cuatro se pueden catalogar como exóticas-invasoras.

A continuación, se muestran los atributos de las especies de avifauna registradas:

Cuadro IV.71. Atributos de las especies.

ID	Familia	Nombre científico	Valor cinegético	Importancia ecológica	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical	Desplazamiento
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Control de plagas	RP	R	Rara	S	C	Bosques secos	Sobrevolando	Alto
2	Ardeidae	*Ardea ibis*	Sin uso documentado	RP	R	Poco común	Gre	C	Humedales	Cuerpo de agua	Alto
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Sin uso documentado	EE	R	Rara	Gre	Ca	Urbano/rural	Sobrevolando	Alto
4	Columbidae	*Columba livia*	Sin uso documentado	RP	R	Poco común	Gre	H	Urbano	Árbol-Arbusto	Alto
5	Columbidae	*Columbina inca*	Cultural	DS	R	Común	Pa	G	Matorrales	Dosel	Alto
6	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Sin uso documentado	DS	R	Poco común	Pa	G	Pastizales	Dosel	Alto
7	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Sin uso documentado	DS	R	Poco común	Gre	G	Urbano	Árbol-Arbusto	Alto
8	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Cultural	EE	R	Poco común	Gre	O	Bosques	Dosel	Alto
9	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Sin uso documentado	EE	R	Poco común	S	O	Bosques, matorrales	Árbol-Arbusto	Alto
10	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Sin uso documentado	P, DS	R	Rara	S	F	Selvas	Dosel	Alto
11	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Sin uso documentado	RP	MV	Poco común	Gre	I	Humedales	Sobrevolando	Alto
12	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Control de plagas	EE	R	Rara	Gre	O	Bosques	Dosel	Alto
13	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Cultural	EE	R	Poco común	S	O	Matorrales	Árbol-Arbusto	Alto
14	Icteridae	*Icterus spurius*	Sin uso documentado	EE	MV	Rara	S	O	Bosques	Árbol-Arbusto	Alto
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Sin uso documentado	EE	R	Poco común	Gre	O	Humedales/urbanos	Dosel/suelo	Alto
16	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Cultural	RP	R	Rara	S	I	Bosques	Sotobosque	Alto
17	Passeridae	*Passer domesticus*	Sin uso documentado	EE	R	Común	Gre	O	Urbano	Árbol-Arbusto	Alto
18	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Control de plagas	RP	R	Rara	S	I	Bosques	Árbol-Arbusto	Alto
19	Thraupidae	*Saltator grandis*	Sin uso documentado	EE	R	Rara	S	O	Bosques	Árbol-Arbusto	Alto
20	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Sin uso documentado	P, DS	R	Rara	Gre	F	Bosques	Dosel	Alto
21	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Sin uso documentado	P	R	Rara	S	N	Jardines	Sotobosque	Alto
22	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Sin uso documentado	P	MV	Rara	S	N	Bosques	Dosel	Alto
23	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Cultural	EE	R	Poco común	S	O	Bosques	Dosel	Alto
24	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Sin uso documentado	RP	R	Común	S	I	Matorrales	Árbol-Arbusto	Alto
25	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Sin uso documentado	RP	R	Poco común	Gre	I	Bosques	Árbol-Arbusto	Alto
26	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Cultural	EE	R	Poco común	S	O	Humedales	Árbol-Arbusto	Alto
27	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Sin uso documentado	RP	MV	Poco común	S	I	Bosques	Dosel	Alto

ID	Familia	Nombre científico	Valor cinegético	Importancia ecológica	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical	Desplazamiento
Abreviaturas y significados: **Usos y Agrobiodiversidad:** CP – Control de plagas, L –Limpieza. **Sociabildiad:** S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria. **Alimentación:** G – Granívora, F - Frugívora, I - Invertebrados; C - Carnívoro; O – Omnívoro. **Estacionalidad:** R – Residente, M – Migratoria, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O – Oceánica. **Importancia ecológica:** DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.											

Valor etnobiológico	Actualmente las especies ya no están sujetas a un uso habitual, sin embargo, la urbanización ha permitido que estas actividades.
Importancia ecológica	La importancia ecológica de cada especie depende de su función trófica. En el caso observado, hay especies que actúan como reguladoras de poblaciones, polinizadoras, dispersoras de semillas y mantenedoras del equilibrio ecológico.
Estacionalidad	De las 27 especies, 23 son residentes, cuatro son migratorias, pero presentan poblaciones que migran en alguna época del año.
Abundancia	La muestra presenta especies que son raras es decir que sólo se observaron una vez, poco comunes con avistamientos ocasionales y comunes con avistamientos frecuentes.
Sociabilidad	La sociabilidad en la muestra es diversa: hay especies solitarias, gregarias, en pareja e, incluso, algunas que pueden presentar dos tipos de sociabilidad según la época del año.
Alimentación	Se documentaron especies con diversos regímenes alimentarios: algunas estrictamente a base de invertebrados, carnívoras, carroñeras, granívoras o frugívoras, junto con otras de hábitos más generalistas como las omnívoras, que presentan un espectro trófico amplio.
Hábitat	Los hábitats que ocupan las especies registradas son diversos. Algunas presentan una amplia distribución, encontrándose desde bosques hasta matorrales, mientras que otras están restringidas a ambientes específicos.
Distribución vertical	Los requerimientos de forrajeo están directamente asociados a los estratos verticales del ecosistema. En este ensamble avifaunístico se registraron especies con diferentes estrategias: forrajeo aéreo (sobrevuelo), en sotobosque y en estratos arbóreos (ramas de árboles y arbustos)
Desplazamiento	Todas las especies presentan un alto desplazamiento, al menos que se encuentren lesionadas.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.72. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA															
ID	Familia	Nombre científico	Julio, 2025												ni
			PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
2	Ardeidae	*Ardea ibis*	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	**3**
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
4	Columbidae	*Columba livia*	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**3**
5	Columbidae	*Columbina inca*	2	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0	**7**
6	Columbidae	*Columbina talpacoti*	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	**3**
7	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**2**
8	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	**2**
9	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	**2**
10	Fringillidae	*Euphonia godmani*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
11	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	**3**
12	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
13	Icteridae	*Icterus pustulatus*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**2**
14	Icteridae	*Icterus spurius*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**4**
16	Momotidae	*Momotus mexicanus*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
17	Passeridae	*Passer domesticus*	3	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	**9**
18	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**
19	Thraupidae	*Saltator grandis*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
20	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
21	Trochilidae	*Amazilia rutila*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**1**
22	Trochilidae	*Archilochus colubris*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
23	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	**4**
24	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	**6**
25	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**4**
26	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	**4**
27	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**2**
N			**8**	**5**	**6**	**4**	**5**	**5**	**5**	**4**	**5**	**6**	**2**	**3**	**71**
Riqueza (S)															**4.83**
Desviación estándar															**1.53**
Max ni															**9**
Dominancia (D)															**0.13**

Se obtuvo un total de 27 especies, con promedio de riqueza de 4.83. La dominancia es de 13%. A continuación, se muestra gráficamente la diversidad y abundancia de las especies.

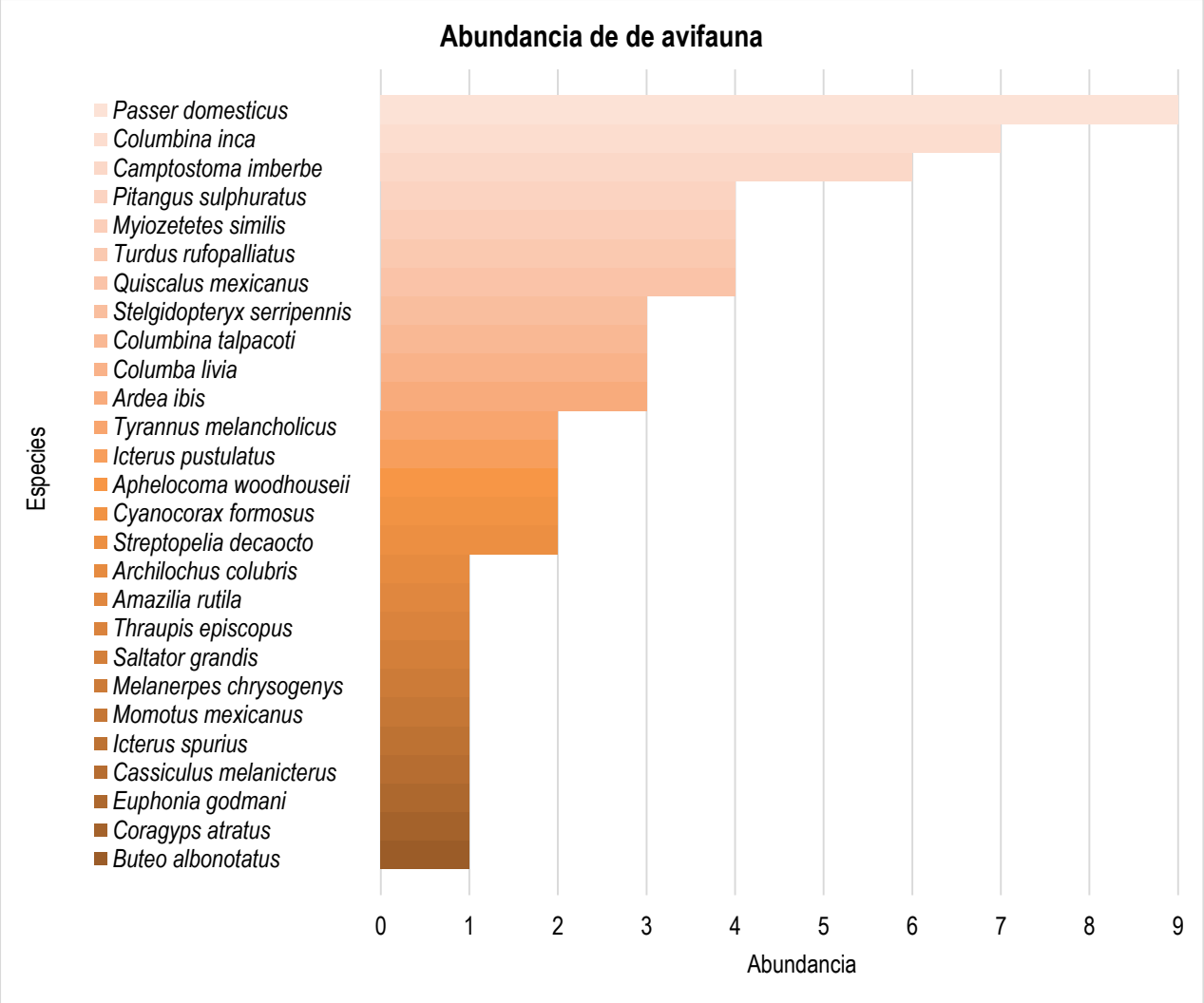


Figura IV.63. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registrados.

Las especies con mayor representación corresponden a *Passer domesticus* y *Columbina inca*.

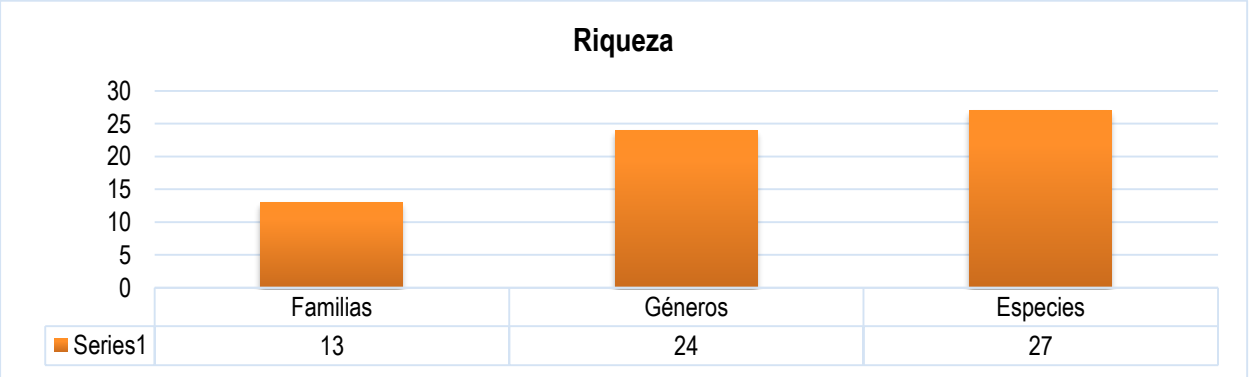


Figura IV.64. Riqueza de la avifauna.

De las 13 familias de avifauna registradas, dos fueron las más diversas: Columbidae (4 especies) y Icteridae (4 especies).

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.73. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	1	0	0	0.0000
2	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	3	2	6	0.0012
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	1	0	0	0.0000
4	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	3	2	6	0.0012
5	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	7	6	42	0.0085
6	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	3	2	6	0.0012
7	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	2	1	2	0.0004
8	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	2	1	2	0.0004
9	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	2	1	2	0.0004
10	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	1	0	0	0.0000
11	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	3	2	6	0.0012
12	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	1	0	0	0.0000
13	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	2	1	2	0.0004
14	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	1	0	0	0.0000
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	4	3	12	0.0024
16	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	1	0	0	0.0000
17	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	9	8	72	0.0145
18	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	1	0	0	0.0000
19	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	1	0	0	0.0000
20	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	1	0	0	0.0000
21	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	1	0	0	0.0000
22	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	1	0	0	0.0000
23	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	4	3	12	0.0024
24	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	6	5	30	0.0060
25	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	4	3	12	0.0024
26	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	4	3	12	0.0024
27	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	2	1	2	0.0004
N							**71**
N (N-1)							**4970**
Dp							**0.045**
1-Dp							**0.955**

El índice de Simpson nos indica que existe un Dp=4.5 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad de 1-Dp= 95.5 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad de media a alta).

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.74. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	1	0.0141	1.4085	0.0600
2	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	3	0.0423	4.2254	0.1337
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	1	0.0141	1.4085	0.0600
4	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	3	0.0423	4.2254	0.1337
5	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	7	0.0986	9.8592	0.2284
6	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	3	0.0423	4.2254	0.1337
7	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	2	0.0282	2.8169	0.1006
8	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	2	0.0282	2.8169	0.1006
9	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	2	0.0282	2.8169	0.1006
10	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	1	0.0141	1.4085	0.0600
11	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	3	0.0423	4.2254	0.1337
12	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	1	0.0141	1.4085	0.0600
13	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	2	0.0282	2.8169	0.1006
14	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	1	0.0141	1.4085	0.0600
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	4	0.0563	5.6338	0.1620
16	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	1	0.0141	1.4085	0.0600
17	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	9	0.1268	12.6761	0.2618
18	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	1	0.0141	1.4085	0.0600
19	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	1	0.0141	1.4085	0.0600
20	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	1	0.0141	1.4085	0.0600
21	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	1	0.0141	1.4085	0.0600
22	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	1	0.0141	1.4085	0.0600
23	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	4	0.0563	5.6338	0.1620
24	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	6	0.0845	8.4507	0.2088
25	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	4	0.0563	5.6338	0.1620
26	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	4	0.0563	5.6338	0.1620
27	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	2	0.0282	2.8169	0.1006
27	**Total**			**71**	**1**	**100**	**3.045**
I. Shannon (H´)							**3.045**
H´ max = Ln S							**3.296**
J´= H´ / Ln (S)							**0.924**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 3.045, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción favorable (diversidad alta). De acuerdo a Mora-Donjuán et al. (2017[18]), el índice oscila entre 0.5 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 y 3 representan una diversidad media y valores superiores a tres se consideran altos.

[18] Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 14(35), 68-75. En: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3154

ESFUERZO DE MUESTREO

Curva de Acumulación Especie-Área

El método empleado para la construcción de ***Curvas de Acumulación de especies*** consideró la aplicación de dos ***Funciones de acumulación de especies*** (Soberón y Llorente, (1993[19]) los cuales, nos generan predicciones del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras:

La aplicación de las funciones de acumulación es agregada a la curva de acumulación desde el Software Excel, con ayuda de la función ***Agregar línea de tendencia > Logarítmica o Potencial.***

Los modelos matemáticos con los que el software construye la línea de tendencia (Logarítmica Potencial) son los siguientes:

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= *Riqueza esperada*
α= *la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección*
β= *1–exp (–b), siendo b la pendiente de la curva.*
M= *número acumulativo de muestras.*

Nota: las funciones graficadas deben de mostrar la ***ecuación de" y"*** y la "***R²"***; estos atributos nos ayudaran más adelante en la estimación de las especies esperadas.

Construcción de matriz de presencia y ausencia

Como primer paso se construyó una matriz de presencia y ausencia de especies, para ello se empleó una dicotomía, en donde ***1 representa presencia*** y ***0 ausencia***, como se muestra a continuación:

Cuadro IV.75. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo.

		Puntos de conteo											
		Julio, 2025											
ID	Nombre científico	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
1	*Buteo jamaicensis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	*Buteo swainsoni*	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
3	*Elanus leucurus*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	*Ardea alba*	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	*Ardea herodias*	2	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0
6	*Nycticorax nycticorax*	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
7	*Cardenalis sinatus*	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	*Cardinalis cardinalis*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
9	*Cathartes aura*	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
10	*Columba livia*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	*Columbina inca*	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0

[19] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* ***7***: 480-488.

		Puntos de conteo											
		Julio, 2025											
ID	Nombre científico	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
12	*Zenaida asiatica*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
13	*Zenaida macroura*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	*Crotophaga sulcirostris*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15	*Geococcyx californianus*	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
16	*Caracara plancus*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
17	*Falco sparverius*	3	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0
18	*Haemorhous mexicanus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19	*Spinus psaltria*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	*Hirundo rustica*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	*Icterus cucullatus*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	*Molothrus ater*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	*Quiscalus mexicanus*	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
24	*Mimus polyglottos*	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0
25	*Toxostoma curvirostre*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
26	*Baeolophus atricristatus*	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
27	Cardellina pusilla	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Especies nuevas por punto de conteo		**8**	**3**	**2**	**1**	**3**	**3**	**2**	**3**	**1**	**1**	**0**	**0**

Una vez que se tuvo la matriz de se identificaron las especies nuevas en cada sitio de muestreo (sombreadas en café en la matriz).

Posterior a la identificación de las especies nuevas por polígono de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde podemos ver:

1. El número de cada polígono (muestra)
2. Especies nuevas por polígono, y
3. Especies acumuladas por sitio

Cuadro IV.76. Cuadro de especies nuevas y especies acumuladas por punto de conteo.

Muestra	Especies	Muestra
1	8	8
2	3	11
3	2	13
4	1	14
5	3	17
6	3	20
7	2	22
8	3	25
9	1	26
10	1	27
11	0	27
12	0	27

Para la construcción de la Curva de Acumulación se empleó la columna de Puntos de conteo (Eje X) y la columna de Especies acumuladas (Eje Y).

A continuación, se observa la Curva de Acumulación Especies-área.

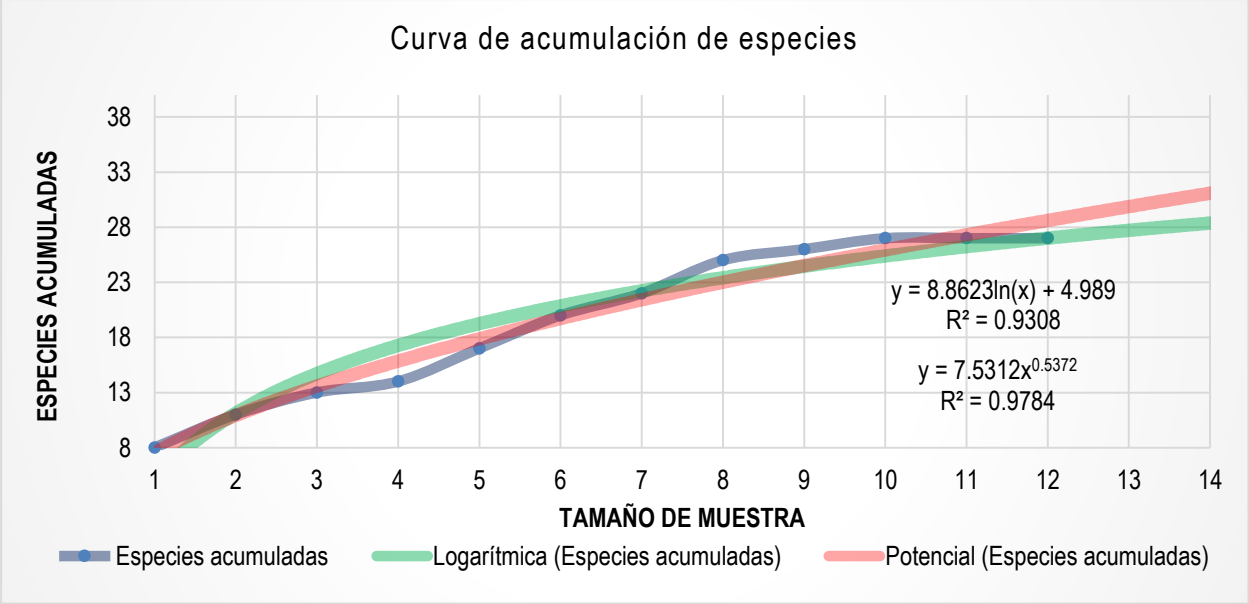


Figura IV.65. Curva de Acumulación de especies.

En la figura anterior se observa la curva de acumulación, así como la "***ecuación y"*** y la "***R²"*** generada por la tendencia de cada uno de los modelos graficados en función de la curva de acumulación.

Cuadro IV.77. Ecuación de *"**y"*** y *"**R²**"* de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva.

Función	Ecuación y	R²
Modelo Logarítmico	y = 8.8623ln(x) + 4.989	R² = 0.9308
Modelo potencial	**$y = 7.5312 * (x^{0.5372})$**	**R² = 0.9719**

El valor de ***R²*** puede oscilar entre 0.0 y 1.0; cuando el valor se acerca más a ***R²= 0.0*** nos indica un ajuste desfavorable del modelo empleado, por otro lado, entre más se encuentre cercano al ***R²= 1.0*** nos indica un ajuste favorable, por lo tanto, un muestreo óptimo.

De acuerdo a lo anterior, podemos observar que la **R² del Modelo Potencial** presenta un mejor ajuste con un valor de **R² = 0.9719**; una vez que se tiene identificado al modelo que mejor se ajusta a los datos, se procede a estimar las especies esperadas de acuerdo el Modelo Potencial y la "**ecuación y**" generada por la función.

Modelo Potencial

$$y = 7.5312 \, (x^{0.5372})$$

En donde:

x= *tamaño de muestra*

Sustitución del valor x:

$$y = 7.5312 \, (12^{0.5372}) = 29$$

Cuadro IV.78. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Modelo potencial				
Ajuste de R^2	$R^2 = 0.9719$				
Aplicación de la fórmula	$y = 7.5312\ (x^{0.5372})$				
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
12	0.5372	7.5312	29	27	2

El modelo nos predice un total de ***y=29*** especies, tomando en cuenta que las especies observadas fue de ***S=27***, obtenemos que estadísticamente y probabilísticamente existe la posibilidad de registrar dos especies.

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de las especies registradas, cabe señalar que los indicios corresponden a rastros de actividad (madrigueras, excretas, huellas; y registros visuales).

Cuadro IV.79. Especies de mamíferos presentes en el SA.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	No. registros
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	SC	SC	LC	Nativa	Desconocida	1
2	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	SC	SC	LC	Nativa	Decreciente	1
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Sylvilagus cunicularius	SC	SC	SC	Nativa	Decreciente	4
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	LC	Nativa	Estable	2
4	**Total**								**8**

Abreviaturas y significados:

Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: E – Probablemente extinta en el medio silvestre, P – En peligro de extinción, A – Amenazada, Pr – Sujeta a protección especial.
Apéndices de acuerdo al CITES: I – Apéndice I, II – Apéndice II, II - Apéndice III
Categorías de riesgo de acuerdo al IUCN: LC - Preocupación menor, DD - Datos Insuficientes, LC - Preocupación Menor, NT - Casi Amenazado, VU – Vulnerable, EN - En Peligro, CR – En peligro crítico, EW - Extinto en estado silvestre, EW – Extinto, NE - No evaluado.

NOM-059-SEMARNAT-2010	No se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su Anexo Normativo III.
CITES	No se registraron especies litadas en los apéndices de la CITES.
IUCN	Tres especies se encuentran catalogadas como En preocupación menor por sus siglas en inglés LC (Least Concern) y una especie está catalogada como sin categoría.
Tendencia poblacional	Una especie presenta una tendencia estable, dos especies presentan una tendencia decreciente y una especie tiene una tendencia desconocida.
Distribución	Todas las especies son nativas de México.

Cuadro IV.80. Atributos de las especies.

ID	Familia	Nombre científico	Valor cinegético	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Desplazamiento
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Sin uso documentado	EE	Poco común	Gre	O	Humedales, manglares, zonas ripiaras	Bajo
2	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Sin uso documentado	RP	Poco común	Gre	H	Bosques tropicales húmedos	Bajo
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Caza, piel	RP	Abundante	Gre	H	Matorrales, bosques templados	Alto
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Caza, piel	RP	Poco común	Gre	H	Bosques, parques urbanos, zonas agrícolas	Alto

Abreviaturas y significados:

Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Estacionalidad: R – Residente, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O – Oceánica.
Sociabilidad: S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria.
Alimentación: G – Granívora, F - Frugívora, I - Invertebrados; C - Carnívoro; O – Omnívoro; H – Herbívora.
Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Sociabilidad: S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria.

Valor cinegético	Actualmente, el desarrollo urbano ha reducido la incidencia del uso extractivo de la mastofauna. No obstante, en la región, estas especies solían tener un uso alimentario y cultural.
Importancia ecológica	La estrategia trófica de cada especie nos indicará el tipo de rol que cumple dentro de los ecosistemas. De acuerdo a la diversidad trófica se tienen especies que son reguladoras de poblaciones y de equilibrio ecológico.
Abundancia	Las especies registradas son poco común y abundante.
Sociabilidad	Las especies registradas presentan un tipo de sociabilidad gregaria.
Alimentación	Las especies presentan estrategias tróficas diversas que condicionaran su actividad en alguno de los estratos dentro una condición vegetal. En nuestro caso, se tienen especies omnívoras y herbívoras.
Hábitat	Las especies registradas se puede encontrar en diversos ecosistemas como bosques y matorrales.
Desplazamiento	Dos especies presentan un tipo de desplazamiento bajo y dos especies un desplazamiento alto.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.81. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA									
ID	Familia	Nombre científico	Julio, 2025						ni
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	0	0	0	1	0	0	**1**
2	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	0	1	0	0	0	0	**1**
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	1	1	1	0	1	0	**4**
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	0	1	0	0	0	1	**2**
N			**1**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**8**
Riqueza (S)									**1.33**
Desviación estándar									**0.82**
Max ni									**4**
Dominancia (D)									**0.50**

Se obtuvo un total de 4 especies, con promedio de riqueza de 1.33. La dominancia es de 50 %. A continuación, se muestra gráficamente la diversidad y abundancia de las especies.

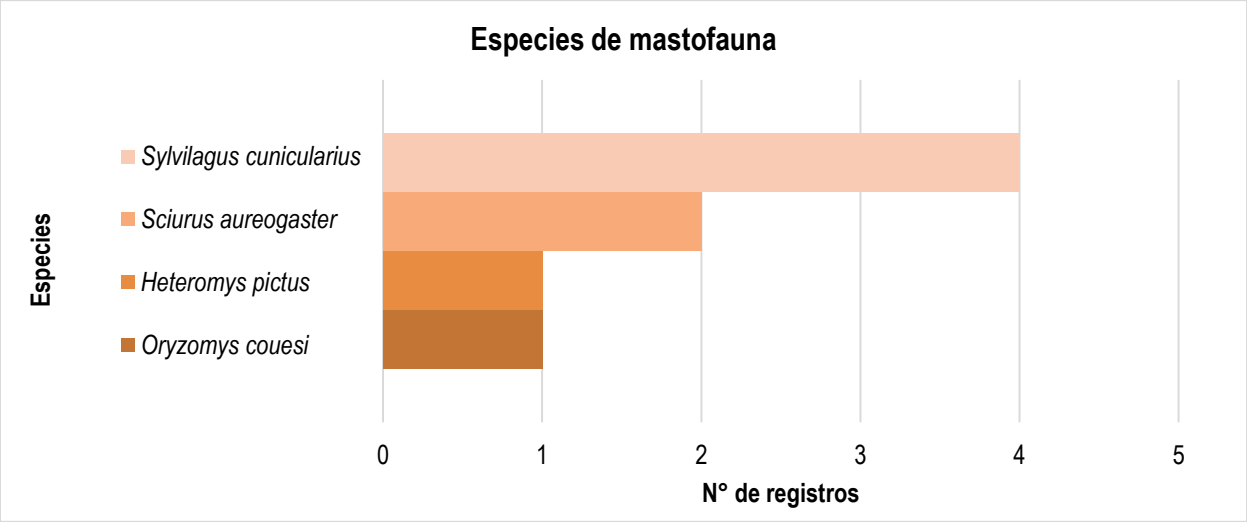


Figura IV.66. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

La especie con una mayor presencia corresponde a *Bassariscus astutus*, seguido de *Sigmodon hispidus.*

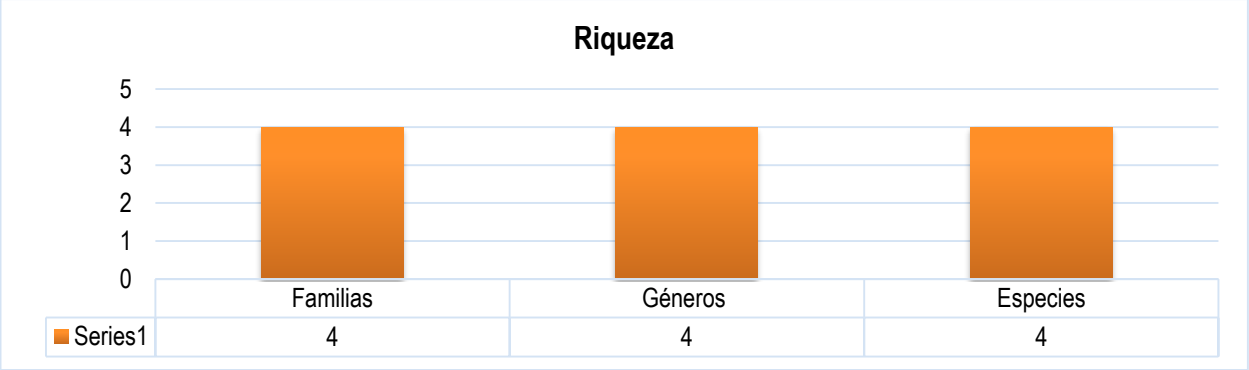


Figura IV.67. Riqueza de la mastofauna.

Se registraron 4 familias, con 4 géneros y 4 especies.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.82. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	1	0	0	0.0000
2	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	1	0	0	0.0000
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Sylvilagus cunicularius	4	3	12	0.2143
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	2	1	2	0.0357
						N	**8**
						N (N-1)	**56**
						Dp	**0.250**
						1-Dp	**0.750**

El índice de Simpson nos indica que existe un Dp=25.0 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad de 1-Dp= 75.0 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad de media).

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.83. Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	1	0.1250	12.5000	0.2599
2	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	1	0.1250	12.5000	0.2599
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Sylvilagus cunicularius	4	0.5000	50.0000	0.3466
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	2	0.2500	25.0000	0.3466
4	**Total**			**8**	**1**	**100**	**1.213**
I. Shannon (H´)							**1.213**

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
H´ max = Ln S							1.386
JH´= H/Hmax							0.875

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.213, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable (diversidad baja). De acuerdo a Mora-Donjuán et al. (201720), el índice oscila entre 0.5 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 y 3 representan una diversidad media y valores superiores a tres se consideran altos.

ESFUERZO DE MUESTREO

Curva de Acumulación Especie-Área

Para el método empleado para la construcción de ***Curvas de Acumulación de Especies***, se consideró la aplicación de dos ***Funciones de acumulación de especies*** (Soberón y Llorente, 1993[21]) los cuales, nos generan predicciones del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras:

La aplicación de las funciones de acumulación es agregada a la curva de acumulación desde el Software Excel, con ayuda de la función ***Agregar línea de tendencia > Logarítmica o Potencial.***

Los modelos matemáticos con los que el software construye la línea de tendencia (Logarítmica Potencial) son los siguientes:

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= *Riqueza esperada*
α= *la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección*
β= *1–exp (–b), siendo b la pendiente de la curva.*
M= *número acumulativo de muestras.*

Nota: las funciones graficadas deben de mostrar la ***ecuación de" y"*** y la "***R²"***; estos atributos nos ayudaran más adelante en la estimación de las especies esperadas.

Construcción de matriz de presencia y ausencia

Como primer paso se construyó una matriz de presencia y ausencia de especies, para ello se empleó una dicotomía, en donde ***1 representa presencia*** y ***0 ausencia***, como se muestra a continuación:

[20] Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 14(35), 68-75. En: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3154

[21] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* ***7***: 480-488.

Cuadro IV.84. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo.

		Muestra					
		Julio, 2025					
ID	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	*Oryzomys couesi*	0	0	0	1	0	0
2	*Heteromys pictus*	0	1	0	0	0	0
3	*Sylvilagus cunicularius*	1	1	1	0	1	0
4	*Sciurus aureogaster*	0	1	0	0	0	1
Especies nuevas por punto de conteo		**1**	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**

Una vez que se tuvo la matriz de se identificaron las especies nuevas en cada sitio de muestreo (sombreadas en café en la matriz).

Posterior a la identificación de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde podemos ver:

1. El número de cada polígono (muestra)
2. Especies nuevas por polígono, y
3. Especies acumuladas por sitio

Cuadro IV.85. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo.

Muestra	Especies	Especies acumuladas
1	**1**	1
2	**2**	3
3	**0**	3
4	**1**	4
5	**0**	4
6	**0**	4

Para la construcción de la Curva de Acumulación se empleó la columna de la Muestra (Eje X) y la columna de Especies acumuladas (Eje Y).

A continuación, se observa la Curva de Acumulación Especies-área.

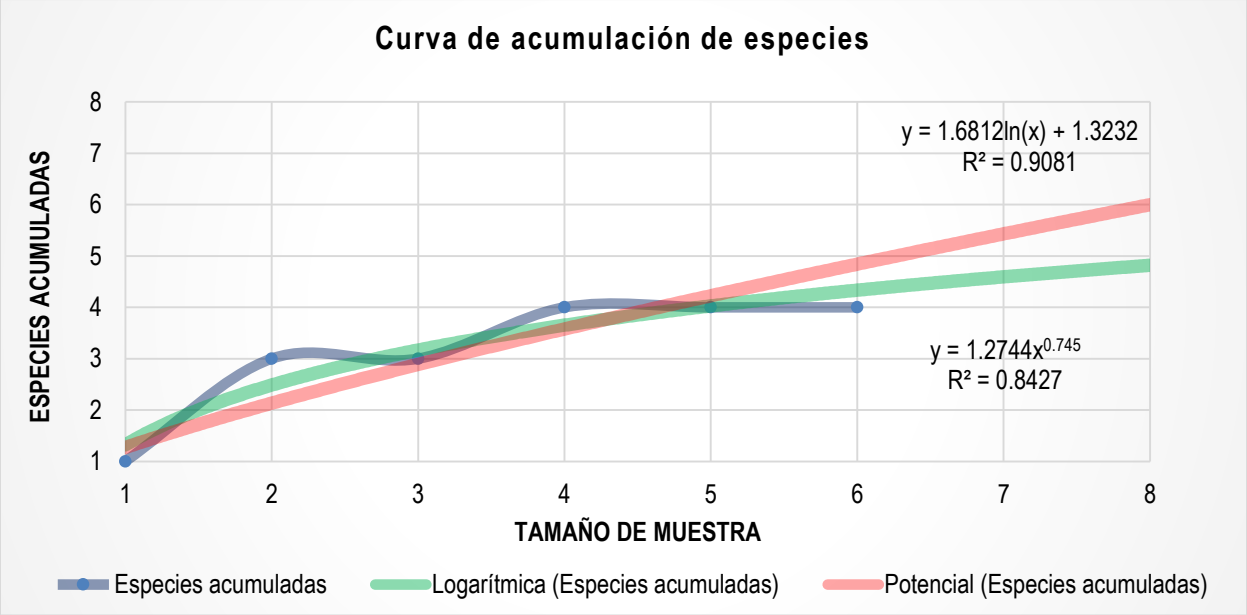


Figura IV.68. Curva de Acumulación de especies.

En la figura anterior podemos observar que la Curva de Acumulación de Especies y los dos modelos de predicción (logarítmico y potencial).

Cuadro IV.86. Ecuación de *"y"* y *"R^2"* de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva.

Función	Ecuación y	R^2
Modelo Logarítmico	**y = 1.6812ln(x) + 1.3232**	**R^2 = 0.9081**
Modelo potencial	y = 1.2744x0.745	R^2 = 0.7994

El valor de ***R^2*** puede oscilar entre 0.0 y 1.0; cuando el valor se acerca más a ***R^2= 0.0*** nos indica un ajuste desfavorable del modelo empleado, por otro lado, entre más se encuentre cercano al ***R^2= 1.0*** nos indica un ajuste favorable, por lo tanto, un muestreo óptimo.

De acuerdo a lo anterior, podemos observar que la ***R^2*** del **Modelo Logarítmico** presenta un mejor ajuste con un valor de ***R^2 = 0.9081***; una vez que se tiene identificado al modelo que mejor se ajusta a los datos, se procede a estimar las especies esperadas de acuerdo el **Modelo Logarítmico** y la "***ecuación y***" generada por la función.

Modelo Logarítmico:

$$y = 1.6812 * Ln\,(x) + 1.3232$$

En donde:

x= *tamaño de muestra*

Sustitución del valor x:

$$y = 1.6812 * Ln\,(x) + 1.3232 = 5$$

Cuadro IV.87. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Modelo Logarítmico				
Ajuste de R^2	$R^2 = 0.9081$				
Aplicación de la fórmula	$y = 1.6812\ln(x) + 1.3232$				
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
7	1.3232	1.6812	5	4	1

El modelo nos predice un total de ***y=5*** especies, tomando en cuenta que las especies observadas fue de ***S=4***, obtenemos que estadísticamente y probabilísticamente faltaron dos especies por registrar.

Nota: Se anexa memoria de cálculo de datos de la fauna silvestre en la SA (**CAPÍTULO VIII > ANEXO 12. MEMORIA DE CALCULO**).

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna.

Cuadro IV.88. Listado de especies de herpetofauna registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	No. registros
1	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	SC	SC	LC	Endémica	Estable	1
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	SC	II	LC	Endémica	Decreciente	1
3	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	SC	SC	LC	Endémica	Estable	1
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	SC	SC	LC	Endémica	Estable	4
5	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Estable	4
6	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	II	LC	Endémica	Decreciente	2
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	LC	Nativa	Desconocida	2
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	SC	SC	LC	Nativa	Estable	7
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	SC	SC	LC	Endémica	SC	5
9	**Total**								**27**

Abreviaturas y significados:

Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: E – Probablemente extinta en el medio silvestre, P – En peligro de extinción, A – Amenazada, Pr – Sujeta a protección especial.
Apéndices de acuerdo al CITES: I – Apéndice I, II – Apéndice II, II - Apéndice III
Categorías de riesgo de acuerdo al IUCN: LC - Preocupación menor, DD - Datos Insuficientes, LC - Preocupación Menor, NT - Casi Amenazado, VU – Vulnerable, EN - En Peligro, CR – En peligro crítico, EW - Extinto en estado silvestre, EW – Extinto, NE - No evaluado.

NOM-059-SEMARNAT-2010	De las 9 especies registradas, dos especies se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su Anexo Normativo III; mismas que corresponden a: *Ctenosaura pectinata* (A) e *Iguana iguana* (Pr).
CITES	La siguiente especie se encuentra listada en el apéndice II de la CITES: *Agalychnis dacnicolor, Ctenosaura pectinata e Iguana iguana.*
IUCN	Todas las especies se encuentran catalogadas como En preocupación menor por sus siglas en inglés LC (Least Concern).
Distribución	Seis especies son endémicas y dos son nativas y una especie está catalogada como exótico-invasora.
Tendencia poblacional	5 especies presentan una tendencia poblacional favorable (estable), tres especies presentan una tendencia desfavorable (Decreciente, desconocida) y una especie se encuentra sin categoría.

Cuadro IV.89. Atributos de especies.

ID	Familia	Nombre científico	Valor cinegético	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical/ microhábitat	Desplazamiento
1	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sin uso documentado	RP	Rara	S	I	Bosques tropicales, zonas húmedas	Suelo, hojarasca, cerca de cuerpos de agua	Bajo
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ornamental	RP	Rara	S, Gre	I	Selvas húmedas, vegetación ribereña	Vegetación alta (hojas, ramas)	Bajo
3	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Sin uso documentado	RP	Rara	S	I	Bosques húmedos, cerca de agua	Suelo y hojarasca húmeda	Bajo
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Sin uso documentado	RP	Poco común	S	I	Bosques secos y matorrales	Rocas, troncos, suelo	Bajo
5	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Sin uso documentado	RP	Poco común	S, Gre	I	Zonas urbanas, grietas	Paredes, techos, rocas	Bajo
6	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Ornamental	RP	Poco común	S, Gre	H	Bosques secos, zonas rocosas	Árboles, rocas, suelo	Bajo
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Ornamental	RP	Poco común	S, Gre	H	Selvas, manglares, ríos	Copas de árboles, ramas altas	Bajo
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Sin uso documentado	RP	Común	S	I	Bosques de pino-encino	Troncos, ramas bajas	Bajo
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Sin uso documentado	RP	Poco común	S	I	Matorrales, zonas áridas	Suelo, rocas	Bajo
9	**Total**									

Abreviaturas y significados:

Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Estacionalidad: R – Residente, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O – Oceánica.
Sociabilidad: S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria.
Alimentación: G – Granívora, F - Frugívora, I - Invertebrados; C - Carnívoro; O – Omnívoro; H – Herbívora.
Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Estacionalidad: R – Residente, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O – Oceánica.

Valor cinegético	Al menos tres especies se usan habitualmente con uso ornamental, y seis especies no presentan algún uso documentado.
Importancia ecológica	La estrategia trófica de cada especie nos indicará el tipo de rol que cumple dentro de los ecosistemas. De acuerdo a la diversidad trófica se tienen especies que son reguladoras de poblaciones y de equilibrio ecológico.
Abundancia	Las especies registradas son raras, poco comunes y comunes.

Sociabilidad	Las especies registradas presentan un tipo de sociabilidad gregaria, en pareja y algunas son solitarias.
Alimentación	Las especies presentan estrategias tróficas diversas que condicionaran su actividad en alguno de los estratos en los diversos biotopos. En nuestro caso, se tienen especies carnívoras, omnívoras y alimentación a base de invertebrados.
Hábitat	Las especies registradas se puede encontrar en diversos ecosistemas como bosques, matorrales, zonas áridas, bosques abiertos y campos agrícolas.
Desplazamiento	Las especies presentan un bajo desplazamiento.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.90. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA										
ID	Familia	Nombre científico	Julio, 2025						N°
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	0	0	1	0	0	0	**1**
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	0	0	0	1	0	0	**1**
3	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	0	0	1	0	0	0	**1**
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	2	1	0	0	1	0	**4**
5	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	0	2	1	0	0	1	**4**
6	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	1	0	0	0	0	1	**2**
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	0	1	0	1	0	0	**2**
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	0	0	1	2	3	1	**7**
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	0	1	0	2	2	0	**5**
N			**2**	**4**	**4**	**4**	**3**	**3**	**27**
Riqueza (S)									**3.33**
Desviación estándar									**0.82**
Max ni									**7**
Dominancia (D)									**0.26**

La muestra de herpetofauna fue de siete especies, con un promedio de riqueza de S= 3.33 especies. Por otro lado, se obtuvo un nivel de dominancia de 26 %, siendo las especies *Sceloporus siniferus* y *Aspidoscelis guttatus*.

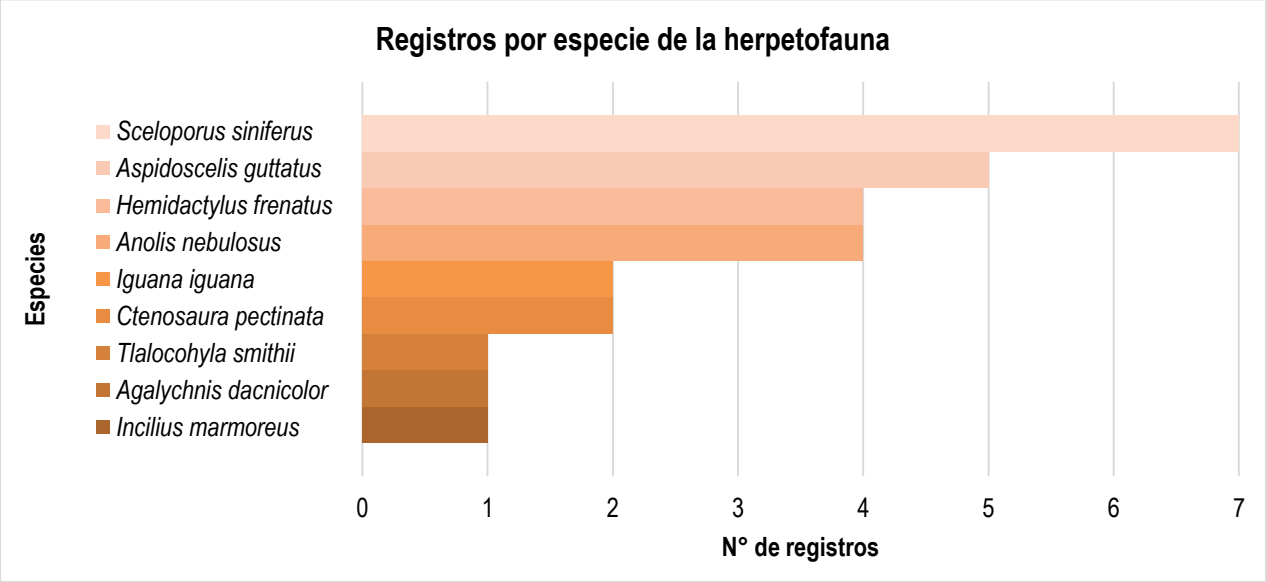


Figura IV.69. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

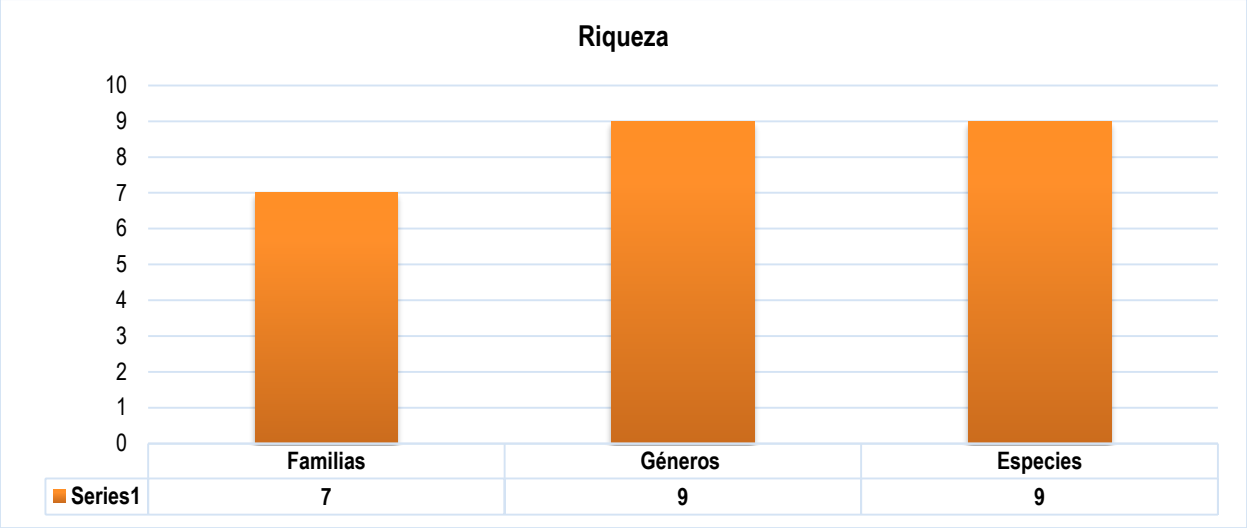


Figura IV.70. Riqueza específica de herpetofauna.

Se registró la presencia de 7 familias de herpetofauna, en donde las familias Hylidae y Iguanidae con dos especies cada una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.91. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	**1**	0	0	0.0000
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	**1**	0	0	0.0000
3	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	**1**	0	0	0.0000
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	**4**	3	12	0.0171
5	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	**4**	3	12	0.0171
6	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	**2**	1	2	0.0028
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	**2**	1	2	0.0028
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	**7**	6	42	0.0598
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	**5**	4	20	0.0285
N							**27**
N (N-1)							**702**
Dp							**0.128**
1-Dp							**0.872**

El índice de Simpson nos indica que existe un 12.8 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 87.2 % de que dos individuos correspondan a diferentes especies, esto nos habla de una diversidad favorable.

1. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.92. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en la Cuenca Hidrográfica.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	1	0.0370	3.7037	0.1221
2	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	1	0.0370	3.7037	0.1221
3	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	1	0.0370	3.7037	0.1221
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	4	0.1481	14.8148	0.2829
5	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	4	0.1481	14.8148	0.2829
6	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	2	0.0741	7.4074	0.1928
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	2	0.0741	7.4074	0.1928
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	7	0.2593	25.9259	0.3500
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	5	0.1852	18.5185	0.3123
9	**Total**			**27**	**1**	**100**	**1.980**
						I. Shannon (H´)	**1.980**
						H´ max = Ln S	**2.197**
						JH´=H/Hmax	**0.901**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.980, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable (diversidad baja). De acuerdo a Mora-Donjuán et al. (2017[22]), el índice oscila entre 0.5 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 y 3 representan una diversidad media y valores superiores a tres se consideran altos.

ESFUERZO DE MUESTREO

Curva de Acumulación Especie-Área

Para el método empleado para la construcción de ***Curvas de Acumulación de Especies***, se consideró la aplicación de dos ***Funciones de acumulación de especies*** (Soberón y Llorente, 1993[23]) los cuales, nos generan predicciones del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras:

La aplicación de las funciones de acumulación es agregada a la curva de acumulación desde el Software Excel, con ayuda de la función ***Agregar línea de tendencia > Logarítmica o Potencial.***

Los modelos matemáticos con los que el software construye la línea de tendencia (Logarítmica Potencial) son los siguientes:

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

[22] Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 14(35), 68-75. En: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3154

[23] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* **7**: 480-488.

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= *Riqueza esperada*
α= *la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección*
β= *1–exp (–b), siendo b la pendiente de la curva.*
M= *número acumulativo de muestras.*

Nota: las funciones graficadas deben de mostrar la ***ecuación de" y"*** y la "***R²"***; estos atributos nos ayudaran más adelante en la estimación de las especies esperadas.

Construcción de matriz de presencia y ausencia

Como primer paso se construyó una matriz de presencia y ausencia de especies, para ello se empleó una dicotomía, en donde ***1 representa presencia*** y ***0 ausencia***, como se muestra a continuación:

Cuadro IV.93. Matriz de presencia -ausencia.

		Transectos					
		Julio, 2025					
ID	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	*Incilius marmoreus*	0	0	1	0	0	0
2	*Agalychnis dacnicolor*	0	0	0	1	0	0
3	*Tlalocohyla smithii*	0	0	1	0	0	0
4	*Anolis nebulosus*	1	1	0	0	1	0
5	*Hemidactylus frenatus*	0	1	1	0	0	1
6	*Ctenosaura pectinata*	1	0	0	0	0	1
7	*Iguana iguana*	0	1	0	1	0	0
8	*Sceloporus siniferus*	0	0	1	1	1	1
9	*Aspidoscelis guttatus*	0	1	0	1	1	0
Especies nuevas por punto de conteo		**2**	**3**	**3**	**1**	**0**	**0**

Una vez que se tuvo la matriz de se identificaron las especies nuevas en cada sitio de muestreo (sombreadas en café en la matriz).

Posterior a la identificación de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde podemos ver:

1. El número de cada polígono (muestra)
2. Especies nuevas por polígono, y
3. Especies acumuladas por sitio

Cuadro IV.94. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo.

Muestra	Especies	Especies acumuladas
1	2	2
2	3	5
3	3	8
4	1	9
5	0	9
6	0	9

Para la construcción de la Curva de Acumulación se empleó la columna de la Muestra (Eje X) y la columna de Especies acumuladas (Eje Y).

A continuación, se observa la Curva de Acumulación Especies-área.

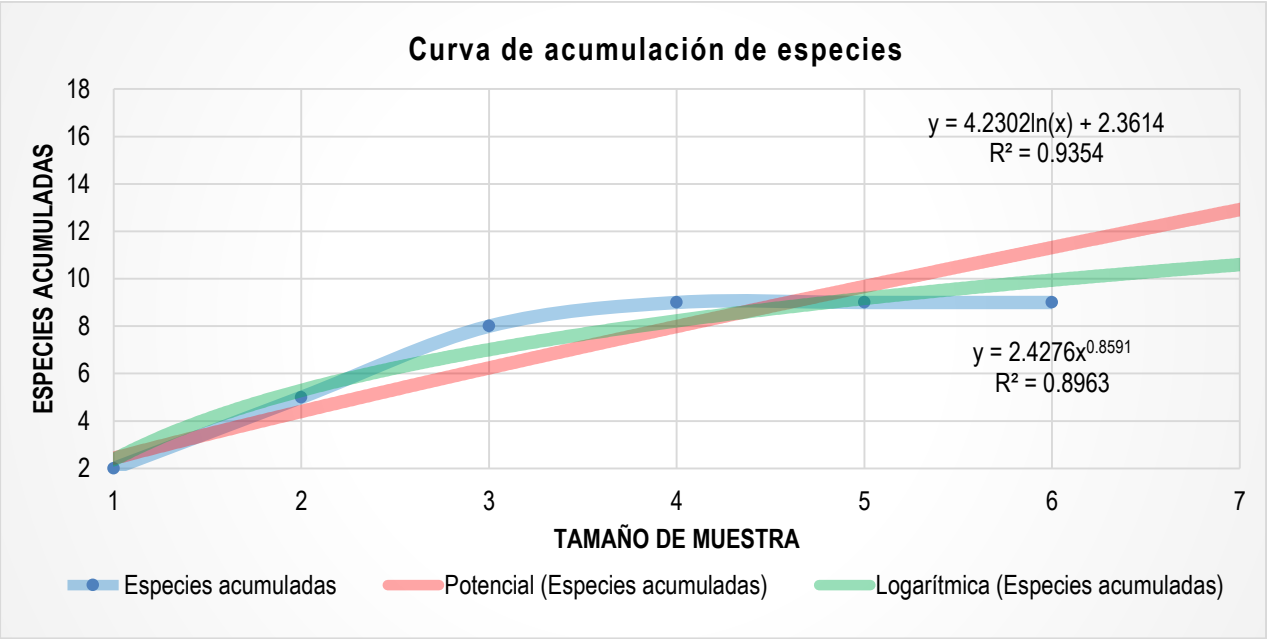


Figura IV.71. Curva de Acumulación de especies.

En la figura anterior podemos observar la "***ecuación y"*** y la "***R²"*** generada por la tendencia de cada uno de los modelos graficados en función de la curva de acumulación.

Cuadro IV.95. Ecuación de *"y"* y *"R²"* de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva.

Función	Ecuación y	R2
Modelo Logarítmico	**y = 4.2302ln(x) + 2.3614**	**R² = 0.9354**
Modelo potencial	y = 2.4276x0.8591	R² = 0.81

El valor de ***R²*** puede oscilar entre 0.0 y 1.0; cuando el valor se acerca más a ***R²= 0.0*** nos indica un ajuste desfavorable del modelo empleado, por otro lado, entre más se encuentre cercano al ***R²= 1.0*** nos indica un ajuste favorable, por lo tanto, un muestreo óptimo.

De acuerdo a lo anterior, podemos observar que la ***R²*** del ***Modelo Logarítmico*** presenta un mejor ajuste con un valor de ***R² = 0.9086****;* una vez que se tiene identificado al modelo que mejor se ajusta a los datos, se procede a estimar las especies esperadas de acuerdo el **Modelo Logarítmico** y la "***ecuación y***" generada por la función.

Modelo Potencial

$$y = 4.2302 * Ln\,(x) + 2.3614$$

En donde:

x= *tamaño de muestra*

Sustitución del valor x:

$$y = 4.2302 * Ln\,(6) + 2.3614 = 10$$

Cuadro IV.96. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico.

Ajuste de la curva de acumulación

Modelo con mejor ajuste		Modelo Logarítmico			
Ajuste de R^2		$R^2 = 0.9354$			
Aplicación de la fórmula		y = 4.2302 * ln (x) + 2.3614			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
6	2.3614	4.2302	10	9	1

El modelo nos predice un total de ***y=10*** especies, tomando en cuenta que las especies observadas fue de ***S=9***, obtenemos que estadísticamente y probabilísticamente falto una especie por registrar.

Nota: Se anexa memoria de cálculo de datos de la fauna silvestre en la SA (**CAPÍTULO VIII > ANEXO 12. MEMORIA DE CALCULO**).

CONCLUSIONES

Una vez realizado cada uno de los estadísticos e interpretado los resultados se concluye que:

El SA presenta una diversidad favorable para el caso de la avifauna con un total de 27 especies registradas, con valores que nos indican una diversidad alta, con una dominancia baja, y una equidad favorable, ello responde a que en el SA existe una diversidad de avifauna favorable, esta misma tiende a aumentar entre más biotopos se muestreen.

La mastofauna presento un total de 4 especies, la mayoría de los registros corresponden a rastros. De acuerdo a los índices la diversidad es baja, con una dominancia de 50.0 % por parte de una especie (*Sylvilagus cunicularius*).

La herpetofauna presentan valores que indican una diversidad baja, se cuenta con una dominancia del 26.0 % por parte de la *Sceloporus siniferus*.

Por otro lado, de acuerdo a la riqueza observada y la simulada para la avifauna, mastofauna y herpetofauna, las curvas de acumulación muestran resultados favorables y/o adecuados para el muestreo efectuado para la superficie muestreada.

Dentro del SA se tiene un grado de conservación medio para la avifauna y malo para la mastofauna y herpetofauna, lo anterior debido a la presión antropogénica que se ejerce sobre las superficies forestales, principalmente por la fragmentación, el ruido generado por los vehículos y a la fauna feral que se suelen desplazar por las superficies en comento, esto motivado por la búsqueda de alimento entre la basura que se deja en la periferia del AP.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE PROYECTO (AP).

Para la toma de datos de la fauna silvestre se tomó en consideración algunos criterios del Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios de la CONAFOR (2018)[24].

Conteo por puntos

[24] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. 2018. "Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Para la toma de datos de avifauna se optó por el conteo por puntos, esta técnica consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado “punto de conteo”. El punto de conteo por lo regular presenta una superficie circular de radio variado, con un mínimo de 10 m. Dentro del punto, se contabilizan a la totalidad de las aves vistas y/o escuchadas a lo largo de un periodo de tiempo correspondiente a 10 minutos. Durante el periodo de muestreo, habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 10 minutos de observación, se lleva a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente. Sin embargo, la llegada al nuevo punto de conteo alterará la actividad normal de las aves presentes en el sitio, por lo tanto, es recomendable esperar 10 minutos antes de iniciar el registro de aves. Si durante el periodo de muestreo dentro del punto de conteo fue imposible la identificación de un ave, al final de este se podrá seguir al ave para identificarla. El muestreo contempló los horarios de mayor actividad de las aves, desde el amanecer hasta las 11:00 h, y por la tarde de 16:00 a 18:30 h.

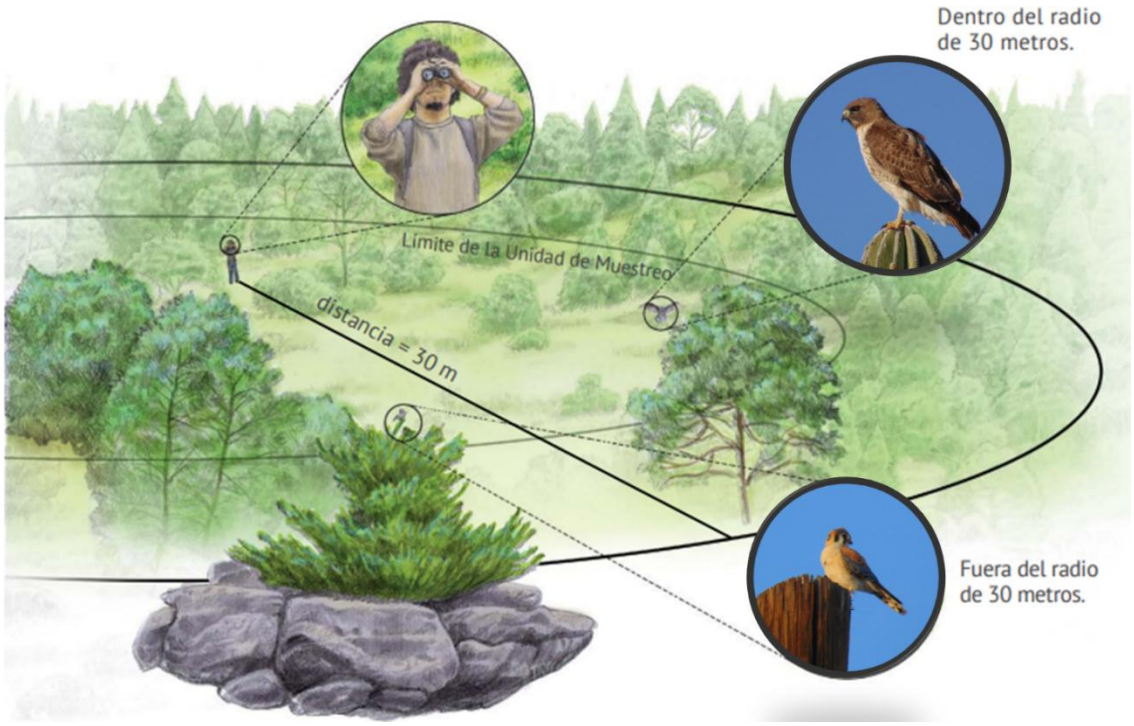


Imagen IV.16. Ejemplo del establecimiento de punto de conteo para la avifauna. **Fuente:** FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018[25]).

MASTOFAUNA

Para la determinación de especies de mastofauna se recurrió a una técnica directa (censo muestral de especies observadas) y una técnica indirecta (rastreo de especies). A continuación, se describe cada técnica empleada:

Censo muestral de especies observadas (método directo):

[25] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Consiste en hacer recorridos a lo largo de transectos/cuadrantes, en los cuales se toma nota de todas las especies vistas a lo largo de dicho trayecto. Este método usualmente se emplea para conocer la composición faunística, los hábitats que frecuentan las especies y la abundancia relativa (Ceballos *et al*., 2002).

Rastreo de especies (método indirecto):

El rastreo de especies consiste en la búsqueda a través de transectos/cuadrantes, de todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos (los mamíferos silvestres pueden crear diversos rastros como huellas, excretas, madrigueras, señales de alimentación, restos orgánicos, sonidos y olores). Los datos indirectos permiten conocer la composición faunística de una zona, ofrecen datos sobre sus preferencias de hábitats, dieta, o comportamiento. Es frecuente emplear los datos indirectos para calcular índices de abundancia o de presencia de las especies (Aranda-Sánchez, 2012).

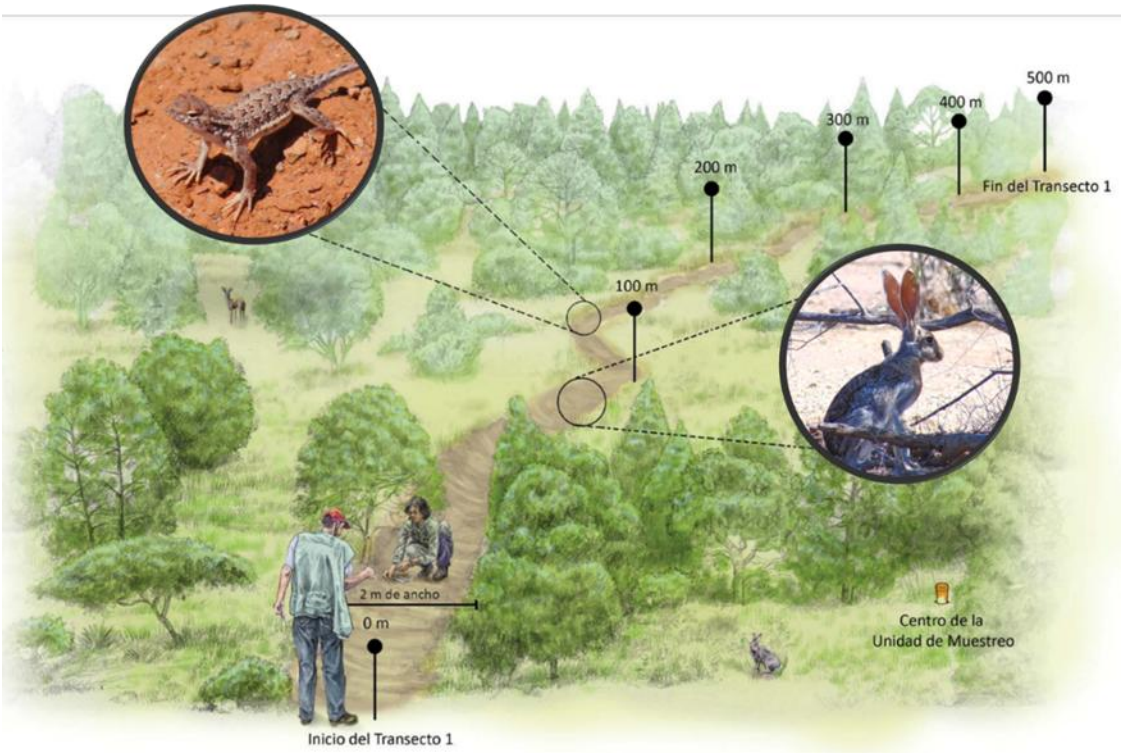


Imagen IV.17. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Durante el recorrido por el transecto se anotan los avistamientos (método directo) y rastros (método indirecto) de las especies de mastofauna y herpetofauna. Fuente: FMCN, C., & USAID, Y. U. (2018[26]).

HERPETOFAUNA

Para el muestreo de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos/cuadrantes de longitud fija. El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental ya que de esta depende su temperatura corporal, por lo que el recorrido a lo largo de los transectos se realizó durante las primeras horas de la mañana y previo al

[26] FMCN, C., & USAID, Y. U. (2018). Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Comisión Nacional Forestal. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Servicio Forestal de los Estados Unidos.

atardecer. Los transectos fueron los mismos que para la mastofauna, los cuales se recorrieron a través de una caminata dirigida para determinar la presencia de herpetofauna en cada sitio. Además, se recurrió a la captura directa, la cual se efectuó de manera manual en el caso de lagartijas; para las serpientes, se requiere de un proceso en el cual sólo se usará el gancho herpetológico y un tubo de PVC transparente de un ancho acorde a la parte más ancha de la serpiente, para poder realizar la manipulación de ejemplares que podrían resultar peligrosos.



Imagen IV.18. Ejemplo de la búsqueda activa de especies de herpetofauna y mastofauna.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES

Para la identificación de las especies se usaron guías especializadas de cada grupo faunístico, así como artículos publicados en revistas indexadas referentes a los grupos faunísticos de interés y a la región en donde se desarrolla el AP.

El orden sistemático a nivel específico (especie) siguió la propuesta taxonómica de Navarro-Sigüenza y Peterson (2004) el cual se basa en el concepto "filogenético-evolutivo" de especie. Este enfoque utiliza como criterio para designar los límites de especies el reconocimiento de caracteres únicos (autapomorfías) o combinaciones únicas para identificar y delimitar a las unidades evolutivas o linajes (McKtrick y Zink, 1988). Así, este criterio es más relevante en términos de la conservación ya que, de acuerdo con este criterio, las especies intrínsecamente sufren una disminución en sus áreas de distribución al reconocerlas como poblaciones alopátricamente diferenciadas (Rojas-Soto *et al*., 2010).

Avifauna

- ✓ Del Pont, R. M. (1997). Guía de aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología.
- ✓ Howell, S. N. G. & S. Webb. 1995.A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, USA.
- ✓ National Geographic Society. 1999.Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Tercera Edición. Washington, D.C. USA.
- ✓ Peterson, R. T. y Chalif, E. L. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund-Diana. México, D. F. 473 p.
- ✓ Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.

Herpetofauna

- ✓ González-Hernández, A. J. X., Garza-Castro, J. M., y Balderas-Valdivia, C. J. 2021. Manual de identificación de la Herpetofauna de México. Manual con ilustraciones para usar claves de identificación de Órdenes, Familias y Géneros de Anfibios y Saurópsidos No-Aves (Reptiles) de México. Universidad Autónoma de México. UNAM-DGAPA, PAPIME, PE205618.
- ✓ Ramírez-Bautista, Canseco-Márquez y Mendoza-Quijano, F. 2006. Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C.

En: https://sociedadherpetologicamexicana.org.mx/principal/Publicaciones/Documentos/Pub_Esp-3-SHM.pdf

Mastofauna

- ✓ Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, T., & González-Ruiz, N. 2017. Guía para la identificación de los mamíferos de México. JHU Press.
- ✓ Aranda-Sánchez, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 255 p.
- ✓ Murie, O. J. & Elbroch, M. 2005. Peterson: Fiel Guide to animal tracks. HMH. 3ra Ed. New York. 390 pp.
- ✓ Medellín, R. A., Arita, H. T., & Sánchez H., O. 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 79 pp.

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

La biodiversidad o diversidad biológica se define como "la variabilidad entre las especies de diferentes hábitats, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad intraespecífica, entre especies y ecosistemas". El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Moreno, 2001).

La estrategia de estudio de la biodiversidad involucra inventarios intensivos de múltiples taxa relativamente bien conocidos a nivel taxonómico y con abundante información disponible sobre su historia natural. El análisis y síntesis de la información obtenida de estos inventarios, debe permitir mostrar una fotografía de la biodiversidad lo más clara y precisa posible, pero se debe tener en cuenta que corresponde a una sola fotografía en un momento específico en el tiempo. Sin embargo, para estudiar la biodiversidad se puede considerar y separar en diferentes niveles para obtener información más allá de sólo listados de especies.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es un nivel "local". La forma más sencilla de estimar el alfa-diversidad de una comunidad concreta es mediante el número (o riqueza) de especies que la componen. Sin embargo, esta medida no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos) y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad (Villareal et al., 2004). Para tener en cuenta tanto la riqueza en especies como la uniformidad, se han elaborado distintos índices.

En la elaboración de análisis estadísticos es común que se presente la necesidad de realizar comparaciones entre las características de dos o más poblaciones, para lograr esto existen diferentes tipos de pruebas que permiten inferir sobre las características de las poblaciones mediante el análisis de datos muestrales. Dichas pruebas pueden clasificarse en varios tipos, entre los que se encuentran las pruebas paramétricas y no paramétricas, siendo estas últimas una alternativa para realizar inferencia sobre características poblacionales cuando no se cumplen los supuestos distribucionales necesarios para el uso de las pruebas paramétricas (consideradas con mayor capacidad para rechazar la hipótesis nula cuando es falsa). Cada una de las pruebas se formula con base en diferentes supuestos, los cuales cuando se tienen tamaños de muestra pequeños, pueden ser difíciles de verificar y al ser violados originan errores en las pruebas que pueden llevar a obtener conclusiones equivocadas.

METODOLOGÍA DEL ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Una curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se encuentran.

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente, por lo tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que incrementa la intensidad de muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. En este punto es conveniente puntualizar que el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía con el tiempo (Adler y Laurenroth, 2003) debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en las variables ambientales. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones ambientales de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años.

Las curvas de acumulación permiten:

- ✓ Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- ✓ Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- ✓ Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Algunas curvas de acumulación tienden a una asíntota, otras no. Las que tienden a alcanzar la asíntota sugieren que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado, y que la riqueza total se ha estimado de forma satisfactoria.

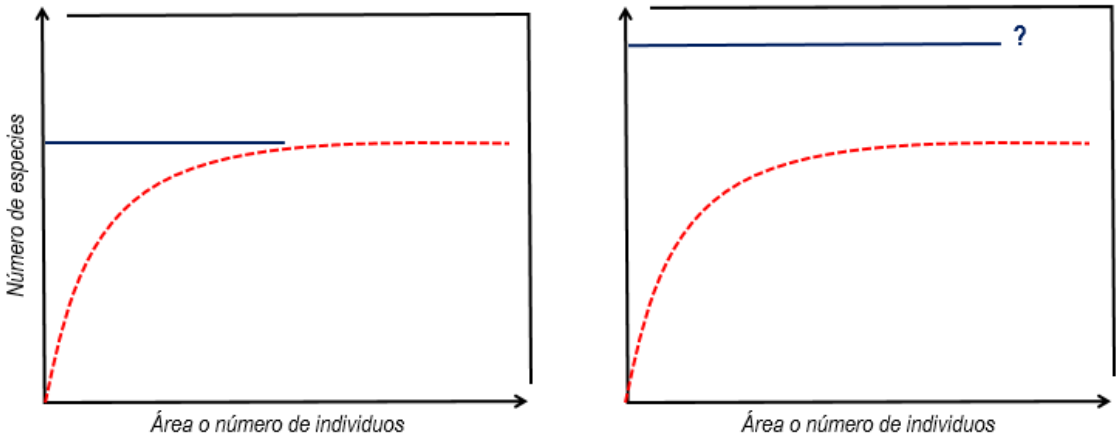


Figura IV.72. Curva de acumulación de especies.

Uno de los métodos que se comenzó a utilizar con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad, fueron las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra en la siguiente figura.

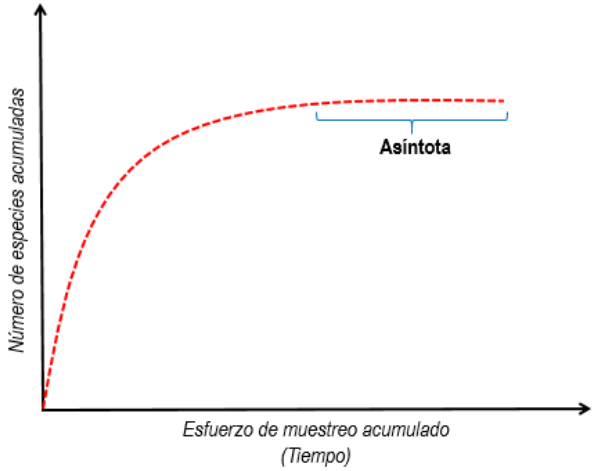


Figura IV.73. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Pero incluso en estas curvas, podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Esto último constituyó un hallazgo importante, ya que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, puesto que hay especies comunes y especies muy raras.

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos.

✓ MÉTODOS PARAMÉTRICOS

Se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes) y requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal).

Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Para poder analizar a la fauna silvestre se consideró a la diversidad alfa medida por medio de la riqueza específica (cantidad de especies) y métricas de diversidad. A continuación, se describen las características más importantes de los análisis considerados:

5. Riqueza específica
    - ✓ Número de especies
6. Índices de diversidad proporcional
    - ✓ Índice de Simpson modificado por Pielou
    - ✓ Índice de Shannon-Wiener (H´)
    - ✓ Índice de Margalef (D_{Mg})
    - ✓ Índice de diversidad verdadera (^1D)
7. Distribución de abundancias (basadas en los índices de diversidad proporcional)
    - ✓ Equidad (J)
    - ✓ Dominancia (D)
8. Completitud de muestreo
    - ✓ Curva de acumulación de especies

Índices de diversidad proporcional

✓ **Índice de Simpson modificado por Pielou (Dp)**

El índice de Simpson expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y 1 (1-1/S).

$$D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\ (ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

ni= Número de individuos de la especie i en la muestra.
N= Número total de individuos en la muestra.
S= Número total de especies en la muestra.

No obstante, si las comunidades fueran infinitamente grandes jamás se podría capturar más allá de una pequeña fracción de su diversidad. Por ello, Pielou (1969) modificó el índice de Simpson para que sea aplicable a comunidades finitas.

✓ **Índice de Shannon-Wiener (H´)**

El índice de Shannon-Wiener, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln * Pi$$

H = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
In = Logaritmo natural

✓ **Índice de Margalef (DMg)**

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S= kN donde k es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene,

entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da DMg=0 cuando hay una sola especie.

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

S = Número de especies
N= Número total de individuos

- ✓ **Índice de diversidad verdadera (1D)**

El índice de diversidad verdadera muestra el grado de diversidad de un sitio determinado, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia). El índice de diversidad verdadera de orden 1 (1D), se obtiene mediante el exponencial del índice de entropía de Shannon-Wiener.

$$^{1}D = Exp\,(H') = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

^{1}D = Índice de diversidad verdadera de orden 1
H´= Índice de Shannon-Wiener
exp= exponencial
S= Número total de especies
Pi= Abundancia relativa de la i-ésima especie
Ln= Logaritmo natural

Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies)

- ✓ **Método paramétrico: modelos logarítmico y potencial**

Los modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies son llamados métodos de estimación que implican calcular los valores de los parámetros de las funciones matemáticas que se utilizan en los modelos de regresión. Dichos valores son constantes dentro del modelo predictivo y se estiman a partir del método de los mínimos cuadrados.

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= Riqueza
α= Parámetro
β=Parámetro
M= Muestras

MUESTREO REALIZADO EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

El AP cuenta con una superficie total de 0.6890 ha, fue subdividida en seis subpolígonos. En cada uno de estos se realizó un censo mediante muestreo para registrar las especies de mastofauna, herpetofauna (reptiles y anfibios).

Para el monitoreo de la avifauna, se establecieron 9 puntos de conteo con un radio de 9 m, distribuidos uniformemente dentro del AP. Esta disposición permitió cubrir de manera representativa la diversidad de microclimas presentes en el área de estudio.

A continuación, se observan los vértices de las 6 subunidades generadas para el muestreo de fauna y las coordenadas de los puntos de conteo.

Cuadro IV.97. Coordenadas geográficas de las subunidades de muestreo establecidos para la determinación de fauna en el AP.

Subpolígono	Vértice	X	Y	Subpolígono	Vértice	X	Y
Superficie muestreada: 0.6890 ha							
1	1	559947.54	1845117.40	4	1	559951.85	1845173.43
	2	559946.46	1845119.33		2	559952.00	1845163.00
	3	559997.92	1845119.31		3	559966.93	1845163.03
	4	559998.82	1845108.93		4	559966.87	1845173.76
	5	559986.05	1845102.63		5	559993.25	1845173.87
	6	559951.95	1845085.60		6	559994.39	1845164.62
	7	559947.60	1845092.84		7	559994.79	1845155.38
	8	559948.52	1845108.55		8	559994.81	1845154.94
	9	559947.54	1845117.40		9	559995.04	1845152.24
2	1	559924.09	1845133.53		10	559933.65	1845152.37
	2	559923.86	1845136.13		11	559932.48	1845173.43
	3	559996.45	1845135.88		12	559951.85	1845173.43
	4	559996.65	1845133.91	5	1	559943.36	1845201.22
	5	559997.92	1845119.31		2	559990.64	1845201.14
	6	559946.46	1845119.33		3	559990.77	1845199.96
	7	559942.61	1845126.23		4	559993.02	1845175.73
	8	559934.39	1845127.43		5	559993.25	1845173.87
	9	559920.95	1845128.94		6	559966.87	1845173.76
	10	559907.29	1845126.72		7	559966.76	1845192.16
	11	559905.36	1845126.14		8	559945.29	1845191.59
	12	559904.86	1845131.85		9	559945.18	1845180.89
	13	559924.09	1845133.53		10	559951.74	1845181.02
3	1	559933.65	1845152.37		11	559951.85	1845173.43
	2	559995.04	1845152.24		12	559932.48	1845173.43
	3	559995.06	1845152.01		13	559932.00	1845182.00
	4	559996.27	1845137.75		14	559937.75	1845184.96
	5	559996.45	1845135.88		15	559942.30	1845195.71
	6	559923.86	1845136.13		16	559943.36	1845201.22
	7	559921.89	1845158.72	6	1	559990.64	1845201.14
	8	559925.00	1845159.00		2	559943.36	1845201.22
	9	559926.00	1845145.00		3	559945.67	1845213.31
	10	559934.00	1845146.00		4	559951.83	1845221.95
	11	559933.65	1845152.37		5	559951.60	1845225.27
					6	559951.71	1845227.21
					7	559987.72	1845230.36
					8	559989.51	1845211.58
					9	559990.64	1845201.14

Cuadro IV.98. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo.

Puntos de conteo	X	Y	Radio (m)	Superficie (ha)
1	559960	1845099	9	0.0254
2	559984	1845125	9	0.0254
3	559959	1845123	9	0.0254
4	559945	1845147	9	0.0254
5	559977	1845147	9	0.0254
6	559980	1845176	9	0.0254
7	559977	1845206	9	0.0254
8	559956	1845204	9	0.0254
9	559942	1845171	9	0.0254
Total				**0.2290**

A continuación, se muestran la ubicación geográfica (Coordenadas UTM) de los transectos establecidos en el AP.

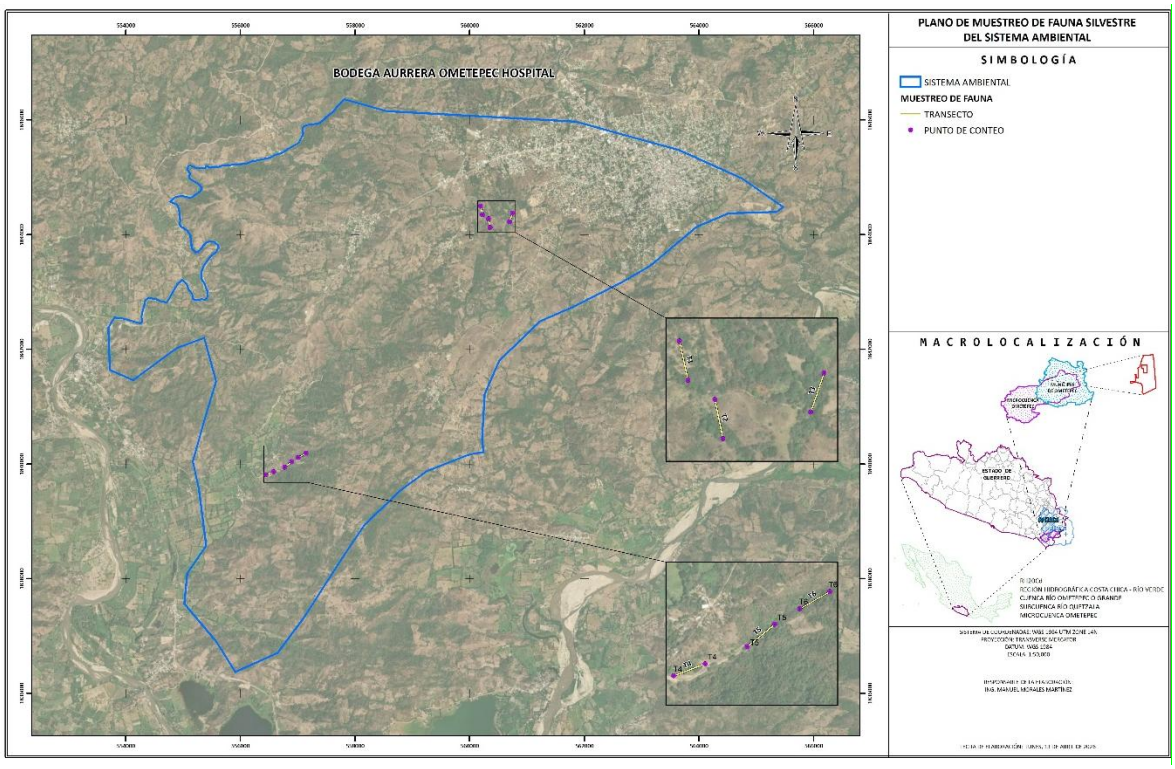


Figura IV.74. Sitios de muestreo establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en la AP.

ANÁLISIS DEL AP
AVIFAUNA

LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en el AP.

Cuadro IV.99 Especies de aves presentes en los sitios de muestreo establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	Registros
1	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Decreciente	4
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	3
3	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	1
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Creciente	2
5	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	SC	SC	SC	Endémica	SC	1
6	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	SC	SC	LC	Nativa	Estable	1
7	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	SC	SC	LC	Nativa	Estable	14
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	Decreciente	3
9	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	SC	SC	LC	Endémica	Estable	2
10	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	SC	SC	LC	Endémica	Estable	3
11	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	SC	SC	LC	Nativa	Decreciente	1
12	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	SC	SC	LC	Nativa	Estable	1
13	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	2
14	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	SC	SC	LC	Nativa	Creciente	3
14	**Total**								**41**

Abreviaturas y significados:
Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: E – Probablemente extinta en el medio silvestre, P – En peligro de extinción, A – Amenazada, Pr – Sujeta a protección especial.
Apéndices de acuerdo al CITES: I – Apéndice I, II – Apéndice II, II - Apéndice III
Categorías de riesgo de acuerdo al IUCN: LC - Preocupación menor, DD - Datos Insuficientes, LC - Preocupación Menor, NT - Casi Amenazado, VU – Vulnerable, EN - En Peligro, CR – En peligro crítico, EW - Extinto en estado silvestre, EW – Extinto, NE - No evaluado.

NOM-059-SEMARNAT-2010	De las 14 especies registradas, ninguna se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su Anexo Normativo III.
CITES	Ninguna especie se encuentra listada en los apéndices de la CITES.
IUCN	Doce especies de avifauna se encuentran catalogadas como En preocupación menor por sus siglas en inglés LC (Least Concern).
Distribución	Ocho especies son nativas de México, tres especies son endémicas y tres especies son catalogadas como exóticas-invasoras.
Tendencia poblacional	10 especies presentan una tendencia poblacional favorable (Creciente, estable), tres especies presentan una tendencia desfavorable (Decreciente) y una especie no se encuentra registrada en el IUCN.

A continuación, se observa los atributos de las especies:

Cuadro IV.100. Atributos de las especies.

ID	Familia	Nombre científico	Tendencia poblacional	Valor cinegético	Importancia ecológica	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical	Desplazamiento
1	Columbidae	*Columba livia*	Decreciente	Sin uso documentado	RP	R	Poco común	Gre	H	Urbano	Árbol-Arbusto	Alto
2	Columbidae	*Columbina inca*	Creciente	Cultural	DS	R	Común	Pa	G	Matorrales	Dosel	Alto
3	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Creciente	Sin uso documentado	DS	R	Poco común	Pa	G	Pastizales	Dosel	Alto
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Creciente	Sin uso documentado	DS	R	Poco común	Gre	G	Urbano	Árbol-Arbusto	Alto
5	Fringillidae	*Euphonia godmani*	SC	Sin uso documentado	P, DS	R	Rara	S	F	Selvas	Dosel	Alto
6	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Estable	Cultural	EE	R	Poco común	S	O	Matorrales	Árbol-Arbusto	Alto
7	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Estable	Sin uso documentado	EE	R	Poco común	Gre	O	Humedales/urbanos	Dosel/suelo	Alto
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Decreciente	Sin uso documentado	EE	R	Común	Gre	O	Urbano	Árbol-Arbusto	Alto
9	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Estable	Control de plagas	RP	R	Rara	S	I	Bosques	Árbol-Arbusto	Alto
10	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Estable	Cultural	EE	R	Poco común	S	O	Bosques	Dosel	Alto
11	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Decreciente	Sin uso documentado	RP	R	Común	S	I	Matorrales	Árbol-Arbusto	Alto
12	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Estable	Sin uso documentado	RP	R	Poco común	Gre	I	Bosques	Árbol-Arbusto	Alto
13	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Creciente	Cultural	EE	R	Poco común	S	O	Humedales	Árbol-Arbusto	Alto
14	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Creciente	Sin uso documentado	RP	MV	Poco común	S	I	Bosques	Dosel	Alto

Abreviaturas y significados:
Valor cinegético: UC - con uso cinegético,
Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Estacionalidad: R – Residente, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O – Oceánica.
Sociabildiad: S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria.
Alimentación: G – Granívora, F - Frugívora, I - Invertebrados; C - Carnívoro; O – Omnívoro.

Uso etnobiológico	De las 21 especies, ninguna presenta un uso cinegético.
Importancia ecológica	La importancia ecológica de cada especie depende de su función trófica. En el caso observado, hay especies que actúan como reguladoras de poblaciones, polinizadoras, dispersoras de semillas y mantenedoras del equilibrio ecológico.
Estacionalidad	De las 21 especies, 15 son residentes, 3 son migratorias y 3 son residentes, pero presentan poblaciones que migran en alguna época del año.

Abundancia	La muestra presenta especies que son raras es decir que sólo se observaron una vez, poco comunes con avistamientos ocasionales y comunes con avistamientos frecuentes.
Sociabilidad	La sociabilidad en la muestra es diversa: hay especies solitarias, gregarias, en pareja e, incluso, algunas que pueden presentar dos tipos de sociabilidad según la época del año.
Alimentación	Se documentaron especies con diversos regímenes alimentarios: algunas estrictamente a base de invertebrados, carnívoras, carroñeras, granívoras o frugívoras, junto con otras de hábitos más generalistas como las omnívoras, que presentan un espectro trófico amplio.
Hábitat	Los hábitats que ocupan las especies registradas son diversos. Algunas presentan una amplia distribución, encontrándose desde bosques hasta zonas áridas, mientras que otras están restringidas a ambientes específicos.
Distribución vertical	Los requerimientos de forrajeo están directamente asociados a los estratos verticales del ecosistema. En este ensamble avifaunístico se registraron especies con diferentes estrategias: forrajeo aéreo (sobrevuelo), en sotobosque y en estratos arbóreos (ramas de árboles y arbustos)
Desplazamiento	Todas las especies presentan un alto desplazamiento, al menos que se encuentren lesionadas.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.101. Matriz de abundancias y riqueza específica de la avifauna registrada.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA											
ID	Familia	Nombre científico	Julio, 2025								ni
			PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	
1	Columbidae	*Columba livia*	0	1	0	0	0	1	1	0	1	**4**
2	Columbidae	*Columbina inca*	1	0	0	1	0	0	0	1	0	**3**
3	Columbidae	*Columbina talpacoti*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	0	0	2	0	0	0	0	0	0	**2**
5	Fringillidae	*Euphonia godmani*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**1**
6	Icteridae	*Icterus pustulatus*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
7	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	2	0	1	0	1	5	3	0	2	**14**
8	Passeridae	*Passer domesticus*	0	1	0	0	0	0	0	1	1	**3**
9	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	0	0	1	0	0	0	1	0	0	**2**
10	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	0	0	0	0	1	0	1	1	0	**3**
11	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
12	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**
13	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	0	0	1	0	0	0	0	0	1	**2**
14	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	0	0	0	1	0	0	1	1	0	**3**
N			**2**	**2**	**4**	**4**	**3**	**3**	**6**	**4**	**4**	**41**
Riqueza (S)												**3.56**
Desviación estándar												**1.24**
Max ni												**14**
Dominancia (D)												**0.34**

Se obtuvo un total de 14 especies, con promedio de riqueza de 3.56. La dominancia es de 34 %. A continuación, se muestra gráficamente la diversidad y abundancia de las especies.

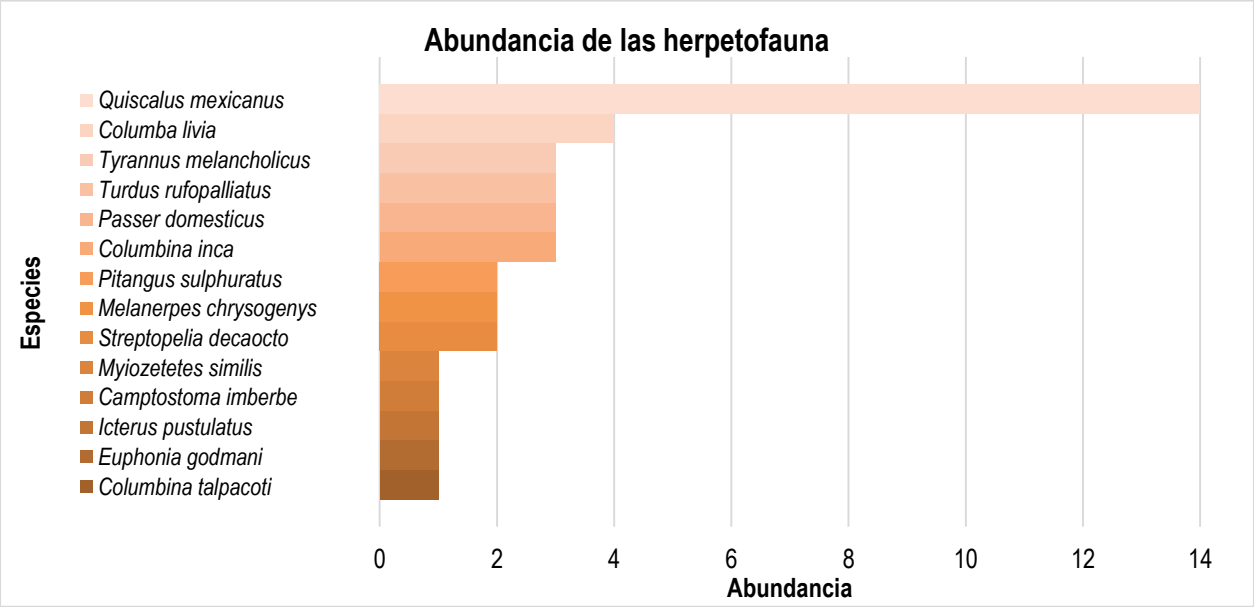


Figura IV.75. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas.

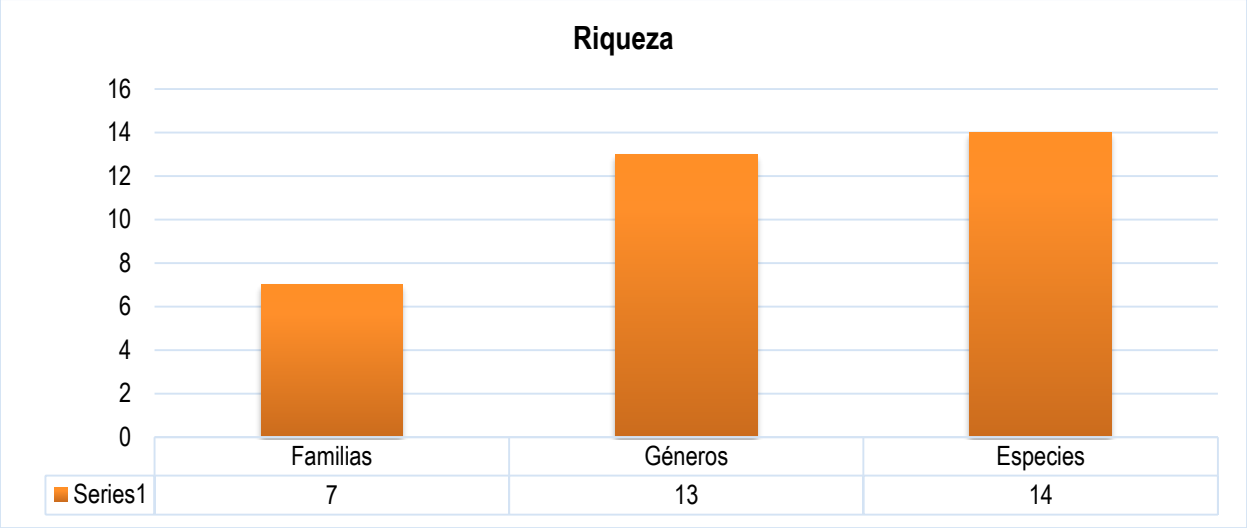


Figura IV.76. Riqueza especifica de la avifauna registrada.

De las 7 familias de avifauna registradas; la familia Tyrannidae y Columbidae fueron las más diversas con cuatro especies cada una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

3. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.102 Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registradas.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	4	3	12	0.0073
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	3	2	6	0.0037
3	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	1	0	0	0.0000
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	2	1	2	0.0012
5	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	1	0	0	0.0000
6	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	1	0	0	0.0000
7	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	14	13	182	0.1110
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	3	2	6	0.0037
9	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	2	1	2	0.0012
10	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	3	2	6	0.0037
11	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	1	0	0	0.0000
12	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	1	0	0	0.0000
13	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	2	1	2	0.0012
14	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	3	2	6	0.0037
N							**41**
N (N-1)							**1640**
Dp							**0.137**
1-Dp							**0.863**

El índice de Simpson nos indica que existe un 13.7 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 86.3 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad media-alta).

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´).

Cuadro IV.103 Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	4	0.0976	9.7561	0.2271
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	3	0.0732	7.3171	0.1913
3	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	1	0.0244	2.4390	0.0906
4	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	2	0.0488	4.8780	0.1473
5	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	1	0.0244	2.4390	0.0906
6	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	1	0.0244	2.4390	0.0906
7	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	14	0.3415	34.1463	0.3669
8	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	3	0.0732	7.3171	0.1913
9	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	2	0.0488	4.8780	0.1473
10	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	3	0.0732	7.3171	0.1913
11	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	1	0.0244	2.4390	0.0906
12	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	1	0.0244	2.4390	0.0906
13	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	2	0.0488	4.8780	0.1473
14	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	3	0.0732	7.3171	0.1913
14	**Total**			**41**	**1**	**100**	**2.254**
I. Shannon (H´)							**2.254**
H´ max = Ln S							**2.639**
J´= H´ / Ln (S)							**0.854**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.254, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción favorable (diversidad media). De acuerdo a Mora-Donjuán et al. (2017), el índice oscila entre 0.5 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 y 3 representan una diversidad media y valores superiores a tres se consideran altos.

ESFUERZO DE MUESTREO
Curva de Acumulación Especie-Área

El método empleado para la construcción de ***Curvas de Acumulación de especies***, consideró la aplicación de dos ***Funciones de acumulación de especies*** (Soberón y Llorente, (1993[27]) los cuales, nos generan predicciones del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras:

La aplicación de las funciones de acumulación es agregada a la curva de acumulación desde el Software Excel, con ayuda de la función ***Agregar línea de tendencia > Logarítmica o Potencial.***

Los modelos matemáticos con los que el software construye la línea de tendencia (Logarítmica Potencial) son los siguientes:

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

[27] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* **7**: 480-488.

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= *Riqueza esperada*
α= *la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección*
β= *1–exp(–b), siendo b la pendiente de la curva.*
M= *número acumulativo de muestras.*

Nota: las funciones graficadas deben de mostrar la ***ecuación de" y"*** y la "***R²"***; estos atributos nos ayudaran más adelante en la estimación de las especies esperadas.

Construcción de matriz de presencia y ausencia

Como primer paso se construyó una matriz de presencia y ausencia de especies, para ello se empleó una dicotomía, en donde ***1 representa presencia*** y ***0 ausencia***, como se muestra a continuación:

Cuadro IV.104. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo.

		Puntos de conteo								
		Julio, 2025								
ID	Nombre científico	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
1	*Columba livia*	0	1	0	0	0	1	1	0	1
2	*Columbina inca*	1	0	0	1	0	0	0	1	0
3	*Columbina talpacoti*	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	*Streptopelia decaocto*	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	*Euphonia godmani*	0	0	0	0	O	1	0	0	0
6	*Icterus pustulatus*	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	*Quiscalus mexicanus*	1	0	1	0	1	1	1	0	1
8	*Passer domesticus*	0	1	0	0	0	0	0	1	1
9	*Melanerpes chrysogenys*	0	0	1	0	0	0	1	0	0
10	*Turdus rufopalliatus*	0	0	0	0	1	0	1	1	0
11	*Camptostoma imberbe*	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12	*Myiozetetes similis*	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	*Pitangus sulphuratus*	0	0	1	0	0	0	0	0	1
14	*Tyrannus melancholicus*	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Especies nuevas por punto de conteo		**2**	**2**	**3**	**3**	**2**	**1**	**1**	**0**	**0**

Una vez que se tuvo la matriz de se identificaron las especies nuevas en cada sitio de muestreo (sombreadas en anaranjado en la matriz).

Posterior a la identificación de las especies nuevas por polígono de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde podemos ver:

4. El número de cada polígono (muestra)
5. Especies nuevas por polígono, y
6. Especies acumuladas por sitio

Cuadro IV.105. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo.

Muestra	Especies	Especies acumuladas
1	**2**	2
2	**2**	4
3	**3**	7
4	**3**	10

5	**2**	12
6	**1**	13
7	**1**	14
8	**0**	14
9	**0**	14

Para la construcción de la Curva de Acumulación se empleó la columna de Muestra (Eje X) y la columna de Especies acumuladas (Eje Y).

A continuación, se observa la Curva de Acumulación Especies-área.

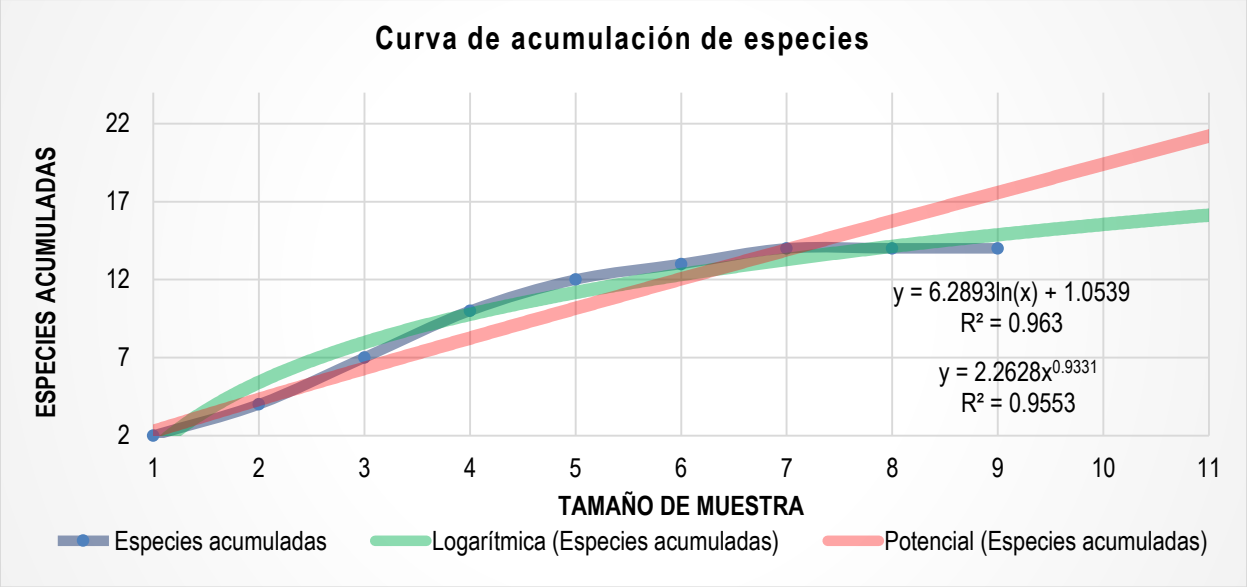


Figura IV.77 Curva de acumulación de especies.

En la figura anterior se observa la "***ecuación y"*** y la "***R²"*** generada por la tendencia de cada uno de los modelos graficados en función de la curva de acumulación.

Cuadro IV.106. Ecuación de "y" y "R2" de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva.

Función	Ecuación y	R2
Modelo Logarítmico	**y = 6.2893ln(x) + 1.0539**	**R² = 0.963**
Modelo potencial	y = 2.2628x0.9331	R² = 0.895

El valor de ***R²*** puede oscilar entre 0.0 y 1.0; cuando el valor se acerca más a ***R²= 0.0*** nos indica un ajuste desfavorable del modelo empleado, por otro lado, entre más se encuentre cercano al ***R²= 1.0*** nos indica un ajuste favorable, por lo tanto, un muestreo óptimo.

De acuerdo a lo anterior, podemos observar que la ***R²*** del Modelo Logarítmico presenta un mejor ajuste con un valor de ***R² = 0.963;*** una vez que se tiene identificado al modelo que mejor se ajusta a los datos, se procede a estimar las especies esperadas de acuerdo el Modelo Logarítmico y la "***ecuación y***" generada por la función.

Modelo Logarítmico

$$y = 6.2893 * Ln\,(x) + 1.0539$$

En donde:

x= *tamaño de muestra*

Sustitución del valor x:

$$y = 6.2893 * Ln(9) + 1.0539 = 15$$

Cuadro IV.107. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Modelo Logarítmico				
Ajuste de R^2	$R^2 = 0.963$				
Aplicación de la fórmula	y = 6.2893ln(x) + 1.0539				
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
9	1.0539	6.2893	15	14	1

El modelo nos predice un total de ***y=15*** especies, tomando en cuenta que las especies observadas fue de ***S=14***, obtenemos que estadísticamente y probabilísticamente el muestreo fue óptimo, con una completitud del 96.3 %.

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de las especies registradas, cabe señalar que los indicios corresponden a rastros de actividad (madrigueras, excretas, huellas; y registros visuales.

Cuadro IV.108 Especies de mamíferos presentes en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	No. registros
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	SC	SC	LC	Nativa	Desconocida	1
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	LC	Nativa	Estable	2
2	**Total**								**3**

Abreviaturas y significados:

Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: E – Probablemente extinta en el medio silvestre, P – En peligro de extinción, A – Amenazada, Pr – Sujeta a protección especial.
Apéndices de acuerdo al CITES: I – Apéndice I, II – Apéndice II, II - Apéndice III
Categorías de riesgo de acuerdo al IUCN: LC - Preocupación menor, DD - Datos Insuficientes, LC - Preocupación Menor, NT - Casi Amenazado, VU – Vulnerable, EN - En Peligro, CR - En peligro crítico, EW - Extinto en estado silvestre, EW – Extinto, NE - No evaluado.

NOM-059-SEMARNAT-2010	No se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su Anexo Normativo III.
CITES	No se registraron especies listadas en los apéndices de la CITES.
IUCN	Todas las especies se encuentran catalogadas como En preocupación menor por sus siglas en inglés LC (Least Concern).
Distribución	Las especies son nativas
Tendencia poblacional	Una especie presenta una tendencia poblacional estable y la siguiente presenta una tendencia desconocida.

A continuación, se observa los atributos de las especies registradas:

Cuadro IV.109. Identificación de especies de alto o lento desplazamiento.

ID	Familia	Nombre científico	Valor cinegético	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Desplazamiento
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Sin uso documentado	EE	Poco común	Gre	O	Humedales, manglares, zonas riparias	Bajo
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Caza, piel	RP	Poco común	Gre	H	Bosques, parques urbanos, zonas agrícolas	Alto

Abreviaturas y significados:

Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Estacionalidad: R – Residente, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O – Oceánica.
Sociabilidad: S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria.
Alimentación: G – Granívora, F - Frugívora, I - Invertebrados; C - Carnívoro; O – Omnívoro; H – Herbívora.

Valor cinegético	Una especie registradas no presentan ningún tipo de valor cinegético, por otro lado, la restante se ha documentado para caza principalmente.
Importancia ecológica	La estrategia trófica de cada especie nos indicará el tipo de rol que cumple dentro de los ecosistemas. De acuerdo a la diversidad trófica se tienen especies que son reguladoras de poblaciones y de equilibrio ecológico.
Abundancia	Las especies son poco comunes.
Sociabilidad	Las especies pueden ser gregarias.
Alimentación	Una especie es omnívora y la restante herbívora.
Hábitat	Las especies registradas se puede encontrar en diversos ecosistemas como bosques, zonas agrícolas, zonas urbanas, humedales etc.
Desplazamiento	Una especie presenta un desplazamiento bajo y la siguiente un desplazamiento alto.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

RIQUEZA

2. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.110 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA									
ID	Familia	Nombre científico	Julio, 2025						ni
			Polígono 1	Polígono 2	Polígono 3	Polígono 4	Polígono 5	Polígono 6	
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	0	1	0	0	0	0	**1**
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	0	1	1	0	0	0	**2**
N			**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**3**
Riqueza (S)									**0.50**
Desviación estándar									**0.84**
Max ni									**2**
Dominancia (D)									**0.67**

Se obtuvo un total de 2 especies, con promedio de riqueza de 0.50. La dominancia es de 67%. A continuación, se muestra gráficamente la diversidad y abundancia de las especies.

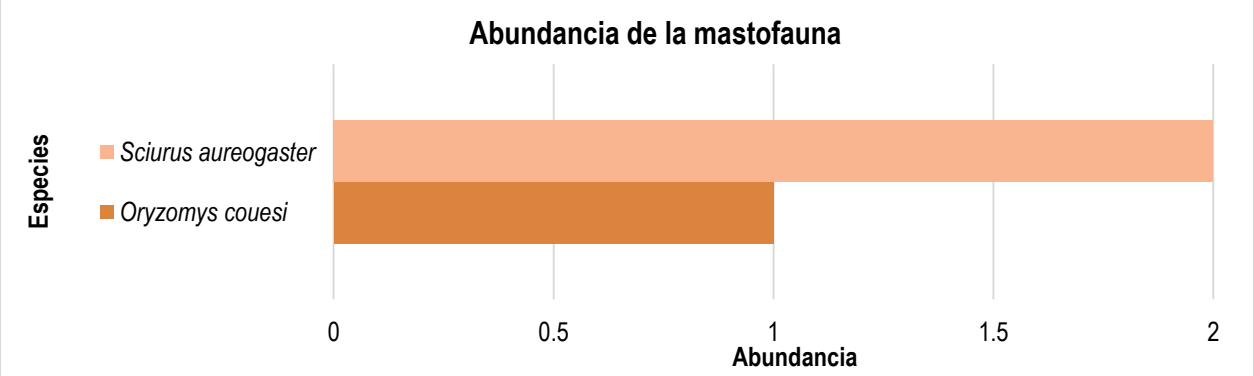


Figura IV.78. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

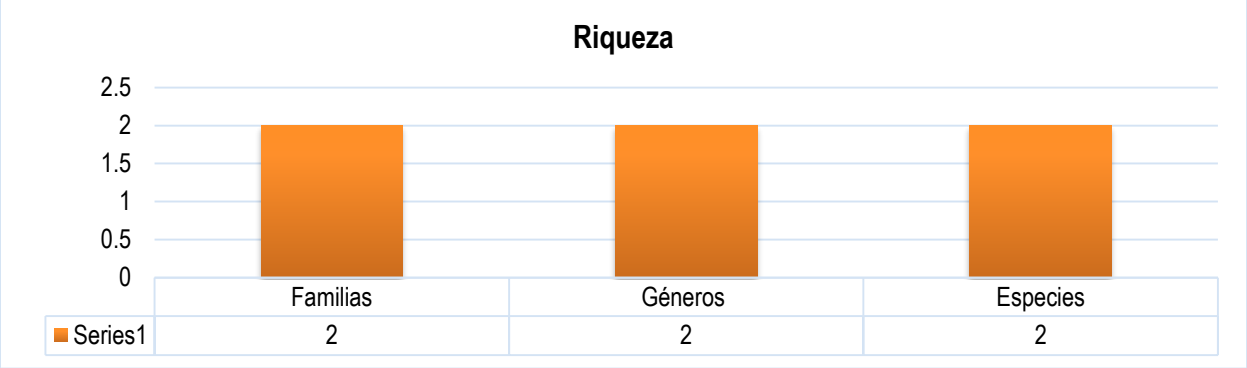


Figura IV.79. Riqueza especifica de la mastofauna registrada.

Se registró dos familias, mismas que se encuentran representadas por una sola especie.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

3. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.111 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Cricetidae	Oryzomys couesi	Rata arrocera de agua	1	0	0	0.0000
4	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	2	1	2	0.3333
N							**3**
N (N-1)							**6**
Dp							**0.333**
1-Dp							**0.667**

El índice de Simpson nos indica que existe un Dp=3.33 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad de 1-Dp= 66.7 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad poco favorable (diversidad baja).

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.112 Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	1	0.3333	33.3333	0.3662
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	2	0.6667	66.6667	0.2703
2	**Total**			**3**	**1**	**100**	**0.637**
						I. Shannon (H´)	**0.637**
						H´ max = Ln S	**0.693**
						JH´= H/Hmax	**0.918**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 0.637, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable (diversidad baja). De acuerdo a Mora-Donjuán et al. (201728), el índice oscila entre 0.5 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 y 3 representan una diversidad media y valores superiores a tres se consideran altos.

ESFUERZO DE MUESTREO

Curva de Acumulación Especie-Área

Para el método empleado para la construcción de ***Curvas de Acumulación de Especies***, se consideró la aplicación de dos ***Funciones de acumulación de especies*** (Soberón y Llorente, 1993[29]) los cuales, nos generan predicciones del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras:

[28] Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 14(35), 68-75. En: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3154

[29] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* **7**: 480-488.

La aplicación de las funciones de acumulación es agregada a la curva de acumulación desde el Software Excel, con ayuda de la función ***Agregar línea de tendencia > Logarítmica o Potencial.***

Los modelos matemáticos con los que el software construye la línea de tendencia (Logarítmica Potencial) son los siguientes:

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S*= Riqueza esperada*
α*= la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección*
β*= 1–exp(–b), siendo b la pendiente de la curva.*
M*= número acumulativo de muestras.*

Nota: las funciones graficadas deben de mostrar la ***ecuación de" y"*** y la "***R²"***; estos atributos nos ayudaran más adelante en la estimación de las especies esperadas.

Construcción de matriz de presencia y ausencia

Como primer paso se construyó una matriz de presencia y ausencia de especies, para ello se empleó una dicotomía, en donde ***1 representa presencia*** y ***0 ausencia***, como se muestra a continuación:

Cuadro IV.113.Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada sitio de muestreo.

		Muestra					
		Julio, 2025					
ID	Nombre científico	1	2	3	4	5	6
1	*Oryzomys couesi*	0	1	0	0	0	0
2	*Sciurus aureogaster*	0	1	1	0	0	0
Especies nuevas por punto de conteo		**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**

Una vez que se tuvo la matriz de se identificaron las especies nuevas en cada sitio de muestreo (sombreadas en anaranjado en la matriz).

Posterior a la identificación de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde podemos ver:

4. El número de cada polígono (muestra)
5. Especies nuevas por polígono, y
6. Especies acumuladas por sitio

Cuadro IV.114. Matriz de presencia y ausencia de las especies registradas en cada polígono de muestreo.

Muestra	Especies	Especies acumuladas
1	0	0
2	2	2
3	0	2
4	0	2
5	0	2
6	0	2

Para la construcción de la Curva de Acumulación se empleó la columna de la Muestra (Eje X) y la columna de Especies acumuladas (Eje Y).

A continuación, se observa la Curva de Acumulación Especies-área.

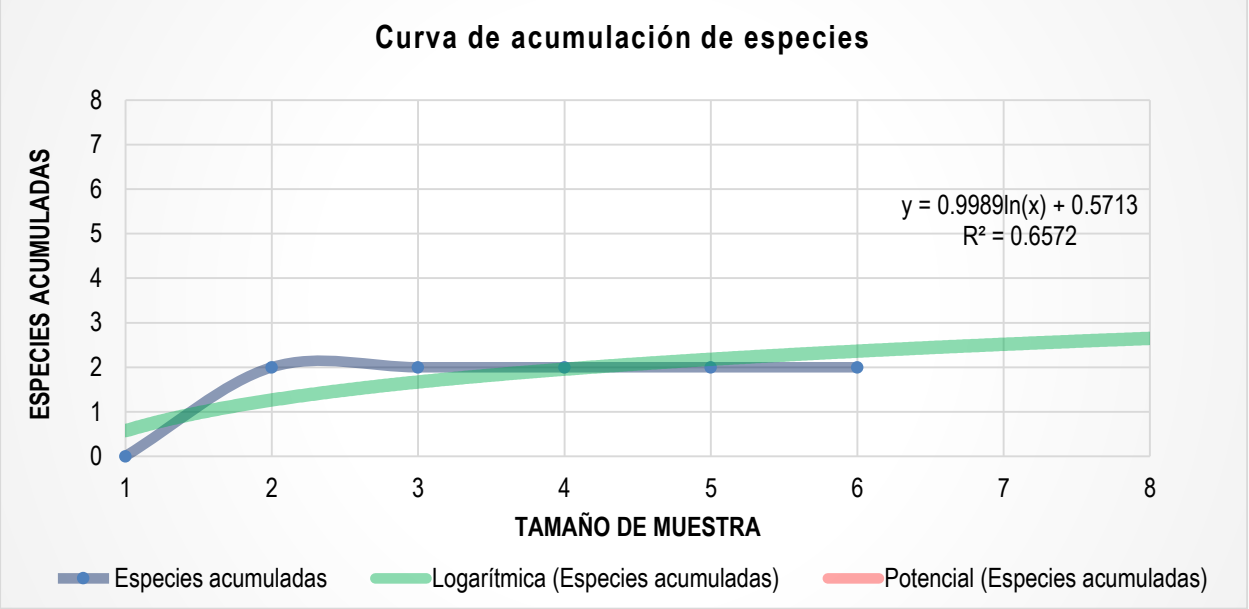


Figura IV.80 Curva de acumulación de especies.

En la figura anterior se observa la curva de acumulación de especies. Cabe destacar que, al contar únicamente con dos especies, la curva no puede estabilizarse, por lo que no se alcanza una asíntota. Ambos modelos presentan valores de R^2 inferiores a 0.8, lo que indica un bajo ajuste.

Esta situación podría deberse a la alta perturbación dentro en el AP. La presencia de perros domésticos, que actúan como depredadores, podría estar afectando la distribución de las pocas especies presentes en la región.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron.

Cuadro IV.115 Listado de especie es de herpetofauna registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Distribución	Tendencia poblacional	No. registros
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	SC	SC	LC	Endémica	Estable	3
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	SC	SC	LC	Nativa	Estable	6
3	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	SC	SC	LC	Endémica	SC	3
3	**Total**								**12**

Abreviaturas y significados:

Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: E – Probablemente extinta en el medio silvestre, P – En peligro de extinción, A – Amenazada, Pr – Sujeta a protección especial.
Apéndices de acuerdo al CITES: I – Apéndice I, II – Apéndice II, II - Apéndice III
Categorías de riesgo de acuerdo al IUCN: LC - Preocupación menor, DD - Datos Insuficientes, LC - Preocupación Menor, NT - Casi Amenazado, VU – Vulnerable, EN - En Peligro, CR – En peligro crítico, EW - Extinto en estado silvestre, EW – Extinto, NE - No evaluado.

NOM-059-SEMARNAT-2010	Ninguna especie se encuentre registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o su Anexo Normativo III.
CITES	Ninguna especie se encuentra registradas en la CITES.
IUCN	Todas las especies se encuentran catalogadas como En preocupación menor por sus siglas en inglés LC (Least Concern).
Distribución	Dos especies son endémicas y una nativa.
Tendencia poblacional	Dos especies presentan una tendencia poblacional estable, y la última no presenta alguna categoría.

A continuación, se observan los atributos de las especies registradas:

Cuadro IV.116. Atributos de las especies.

ID	Familia	Nombre científico	Valor cinegético	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical/ microhábitat	Desplazamiento
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Sin uso documentado	RP	Poco común	S	I	Bosques secos y matorrales	Rocas, troncos, suelo	Bajo
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Sin uso documentado	RP	Común	S	I	Bosques de pino-encino	Troncos, ramas bajas	Bajo
3	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Sin uso documentado	RP	Poco común	S	I	Matorrales, zonas áridas	Suelo, rocas	Bajo

Abreviaturas y significados:

Importancia ecológica: DS – Dispersor de semillas, RP – Regulador de poblaciones, P - Polinizador, EE – Equilibrio ecológico.
Sociabilidad: S – Solitaria, P – En pareja, Gre – Gregaria.
Alimentación: G – Granívora, F - Frugívora, I - Invertebrados; C - Carnívoro; O – Omnívoro; H – Herbívora.

Valor cinegético	Las especies registradas no presentan ningún tipo de valor cinegético.
Importancia ecológica	La estrategia trófica de cada especie nos indicará el tipo de rol que cumple dentro de los ecosistemas. De acuerdo a la diversidad trófica se tienen especies que son reguladoras de poblaciones.
Abundancia	Las especies registradas son poco comunes y comunes.
Sociabilidad	Las especies registradas son solitarias.
Alimentación	Las especies presentan una afinidad trófica por los invertebrados.
Hábitat	Las especies registradas se puede encontrar en diversos ecosistemas como bosques y matorrales.
Desplazamiento	Las tres especies presentan un bajo desplazamiento.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

RIQUEZA

3. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.117 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada

MATRIZ DE ABUNDANCIA											
ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Julio, 2025						N°
				Polígono 1	Polígono 2	Polígono 3	Polígono 4	Polígono 5	Polígono 6	
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	0	1	0	0	1	1	**3**
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	1	1	1	1	0	2	**6**
3	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	0	0	0	1	1	1	**3**
N				**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**3**	**12**
Riqueza (S)										**1.83**
Desviación estándar										**0.75**
Max ni										**6**
Dominancia (D)										**0.50**

La muestra de herpetofauna fue de 3 especies, con un promedio de riqueza de S= 1.83 especies. Por otro lado, se obtuvo un nivel de dominancia de 50%.

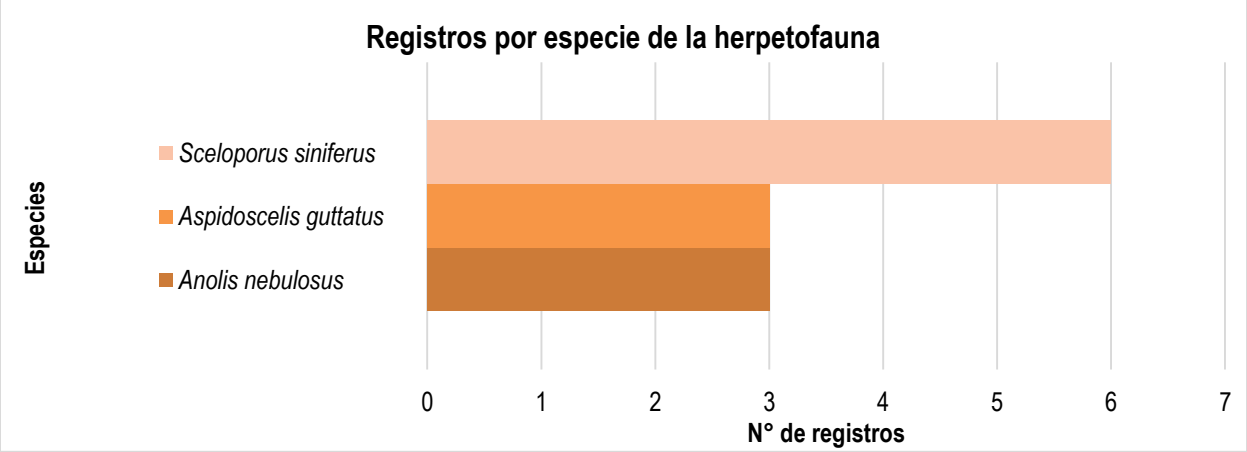


Figura IV.81. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registrados.

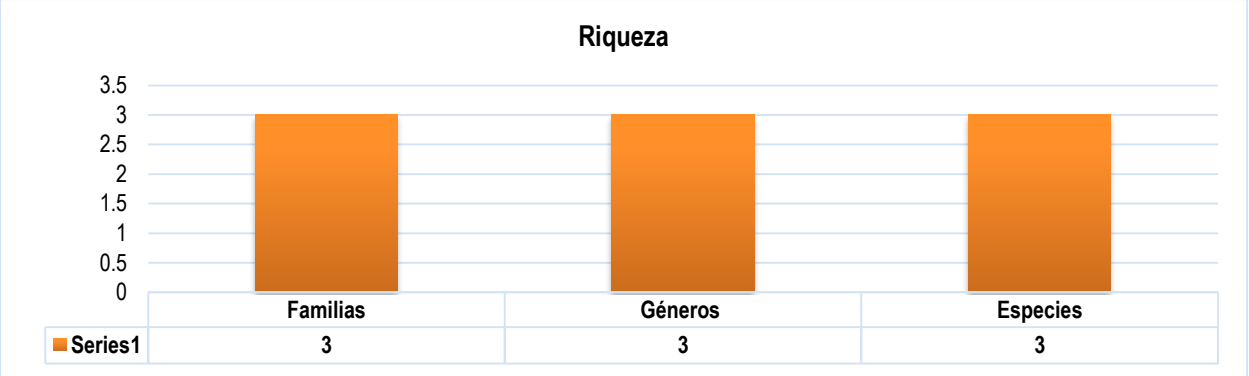


Figura IV.82. Riqueza especifica de la mastofauna registrada.

Se registraron tres familias, una especie por cada familia.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

5. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.118. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies registradas.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	**3**	2	6	0.0455
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	**6**	5	30	0.2273
3	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	**3**	2	6	0.0455
N							**12**
N (N-1)							**132**
Dp							**0.318**
1-Dp							**0.682**

El índice de Simpson nos indica que existe un 31.8 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 68.2 % de que dos individuos correspondan a diferentes especies, esto nos habla de una diversidad baja.

6. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.119 Índice de Shannon-Wiener de las especies registradas.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	3	0.2500	25.0000	0.3466
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	6	0.5000	50.0000	0.3466
4	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	3	0.2500	25.0000	0.3466
3	**Total**			**12**	**1**	**100**	**1.040**
						I. Shannon (H´)	**1.040**
						H´ max = Ln S	**1.099**
						JH´= H/Hmax	**0.946**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.040, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable (diversidad baja). De acuerdo a Mora-Donjuán et al. (2017),

el índice oscila entre 0.5 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos, valores entre 2 y 3 representan una diversidad media y valores superiores a tres se consideran altos.

ESFUERZO DE MUESTREO

Curva de Acumulación Especie-Área

Para el método empleado para la construcción de ***Curvas de Acumulación de Especies***, se consideró la aplicación de dos ***Funciones de acumulación de especies*** (Soberón y Llorente, 1993[30]) los cuales, nos generan predicciones del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras:

La aplicación de las funciones de acumulación es agregada a la curva de acumulación desde el Software Excel, con ayuda de la función ***Agregar línea de tendencia > Logarítmica o Potencial.***

Los modelos matemáticos con los que el software construye la línea de tendencia (Logarítmica Potencial) son los siguientes:

Modelo logarítmico

$$S = \alpha + \beta \log(M)$$

Modelo potencial

$$S = \alpha M^{\beta}$$

S= *Riqueza esperada*
α= *la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección*
β= *1–exp(–b), siendo b la pendiente de la curva.*
M= *número acumulativo de muestras.*

Nota: las funciones graficadas deben de mostrar la ***ecuación de" y"*** y la "***R²"***; estos atributos nos ayudaran más adelante en la estimación de las especies esperadas.

Construcción de matriz de presencia y ausencia

Como primer paso se construyó una matriz de presencia y ausencia de especies, para ello se empleó una dicotomía, en donde ***1 representa presencia*** y ***0 ausencia***, como se muestra a continuación:

Cuadro IV.120. Matriz de presencia -ausencia.

		Muestra					
		Julio, 2025					
ID	Nombre científico	1	2	3	4	5	6
1	*Anolis nebulosus*	0	1	0	0	1	1
2	*Sceloporus siniferus*	1	1	1	1	0	1
3	*Aspidoscelis guttatus*	0	0	0	1	1	1
Especies nuevas por punto de conteo		**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**

Una vez que se tuvo la matriz de se identificaron las especies nuevas en cada sitio de muestreo (sombreadas en anaranjado en la matriz).

[30] Soberón, J. Y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation biology, 7: 480-488.

Posterior a la identificación de las especies nuevas por sitio de muestreo se generó el siguiente cuadro, en donde podemos ver:

1. El número de cada polígono (muestra)
2. Especies nuevas por polígono, y
3. Especies acumuladas por sitio

Cuadro IV.121. Especies nuevas por transecto.

Muestra	Especies	Especies acumuladas
1	**1**	1
2	**1**	2
3	**0**	2
4	**1**	3
5	**0**	3
6	**0**	3

Para la construcción de la Curva de Acumulación se empleó la columna de la Muestra (Eje X) y la columna de Especies acumuladas (Eje Y).

A continuación, se observa la Curva de Acumulación Especies-área.

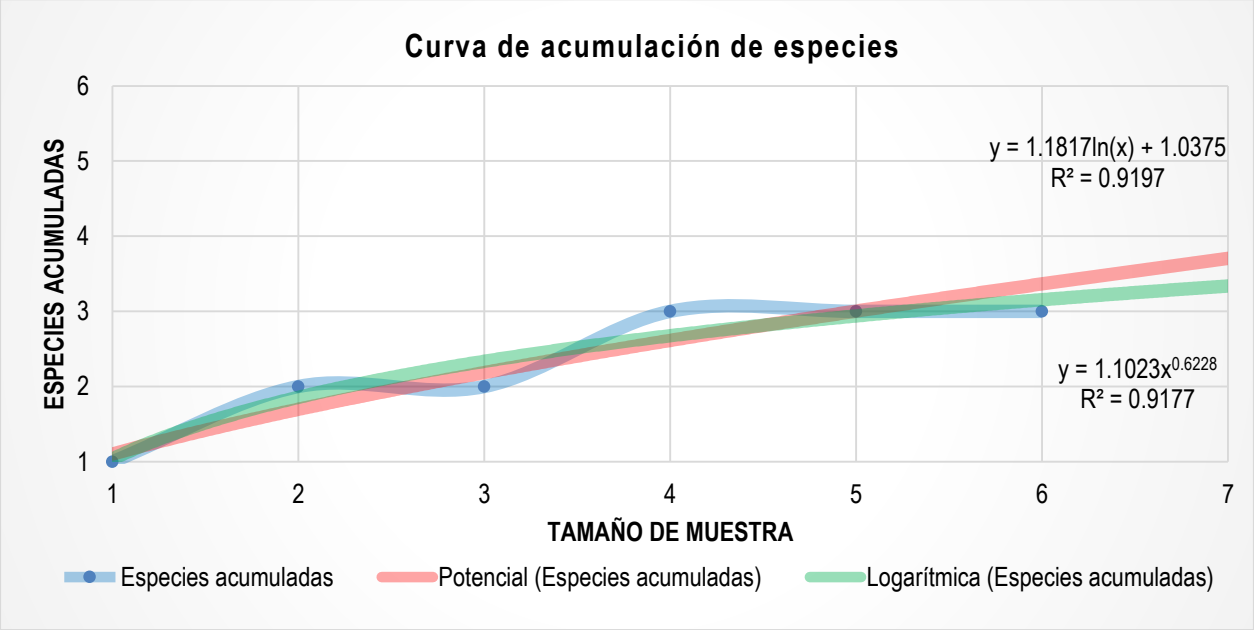


Figura IV.83 Curva de acumulación de especies.

En la figura anterior se observa la "***ecuación y"*** y la "***R²"*** generada por la tendencia de cada uno de los modelos graficados en función de la curva de acumulación.

Cuadro IV.122. Ecuación de "y" y "R²" de cada modelo de función de acumulación de especies empleada en la curva.

Función	Ecuación y	R2
Modelo Logarítmico	**y = 1.1817ln(x) + 1.0375**	**R² = 0.9197**
Modelo potencial	y = 1.1023x0.6228	R² = 0.8826

El valor de ***R²*** puede oscilar entre 0.0 y 1.0; cuando el valor se acerca más a ***R²= 0.0*** nos indica un ajuste desfavorable del modelo empleado, por otro lado, entre más se encuentre cercano al ***R²= 1.0*** nos indica un ajuste favorable, por lo tanto, un muestreo óptimo.

De acuerdo a lo anterior, podemos observar que la R^2 del Modelo Logarítmico presenta un mejor ajuste con un valor de $R^2 = 0.9197$; una vez que se tiene identificado al modelo que mejor se ajusta a los datos, se procede a estimar las especies esperadas de acuerdo el Modelo Logarítmico y la "***ecuación y***" generada por la función.

Modelo Logarítmico

$$y = 1.1817 * Ln\,(x) + 1.0375$$

En donde:

x= *tamaño de muestra (m^2)*

Sustitución del valor x:

$$y = 1.1817 * Ln\,(6) + 1.0375 = 3$$

Cuadro IV.123. Inferencia de las especies esperadas de acuerdo a la ecuación del modelo logarítmico.

Ajuste de la curva de acumulación					
Modelo con mejor ajuste	Modelo Logarítmico				
Ajuste de R^2	R^2 = 0.9197				
Aplicación de la fórmula	y = 1.1817ln(x) + 1.0375				
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Especies esperadas (Y)**	**Especies observadas (S= riqueza)**	**Número de especies por registrar**
6	1.0375	1.1817	3	3	0

El modelo nos predice un total de ***y=3*** especies, tomando en cuenta que las especies observadas fue de ***S=3***, obtenemos que estadísticamente y probabilísticamente se registró el total de las especies.

CONCLUSIONES

Una vez realizado cada uno de los estadísticos e interpretado los resultados se concluye que:

En el AP presenta una diversidad media sólo para la avifauna, registrando un total de 21 especies y una diversidad media para el caso de la mastofauna y herpetofauna, los cuales se presentaron una riqueza de 2 y 3 especies respectivamente.

De acuerdo a los valores de diversidad proporcional (Dominancia y Equidad); la avifauna, presentó una tendencia en donde se observa una equidad mayor respecto a la dominancia, lo que nos habla de una estructura en términos generales favorable sin embargo los índices también nos indican una diversidad media.

Por otro lado, la mastofauna y herpetofauna presentaron valores de diversidad bajos y mínima presencia de individuos, esto por los efectos de cercanía a la mancha urbana.

No se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro del AP se tiene un grado de conservación medio para la avifauna y malo para la mastofauna y herpetofauna, lo anterior debido a la presión antropogénica que se ejerce sobre los márgenes de la superficie forestal, principalmente el ruido generado por los vehículos y a la fauna feral que se suelen desplazar por las superficies en comento, esto motivado por la búsqueda de alimento entre la basura que se deja en la periferia del área del AP. Cabe señalar que los animales ferales (*Canis lupus familiaris* y *Felis silvestris catus*) son de los principales causantes de la pérdida de biodiversidad en área urbanas y conurbanas.

Nota: Se anexa memoria de cálculo de datos de la fauna silvestre en la SA (**CAPÍTULO VIII > ANEXO 12. MEMORIA DE CALCULO**).

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS DOS UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO Y SISTEMA AMBIENTAL)

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los principales aspectos encontrados de la fauna silvestre en el AP y SA.

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo a las especies registradas en el AP y SA, se registraron tres especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2025[31]); y su Anexo Normativo III (SEMARNAT, 2019[32]) de dichas especies ninguna fue registrada en el área del AP, tal como se describe a continuación:

Cuadro IV.124. Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	AP	SA	Técnica de rescate
Avifauna							
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	**Pr**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
Herpetofauna							
2	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	**A**	Ausente	Presente	Rescate directo
3	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	**Pr**	Ausente	Presente	Rescate directo

[31]SEMARNAT. 2025. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. En: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm

[32] SEMARNAT. 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. En: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5578808

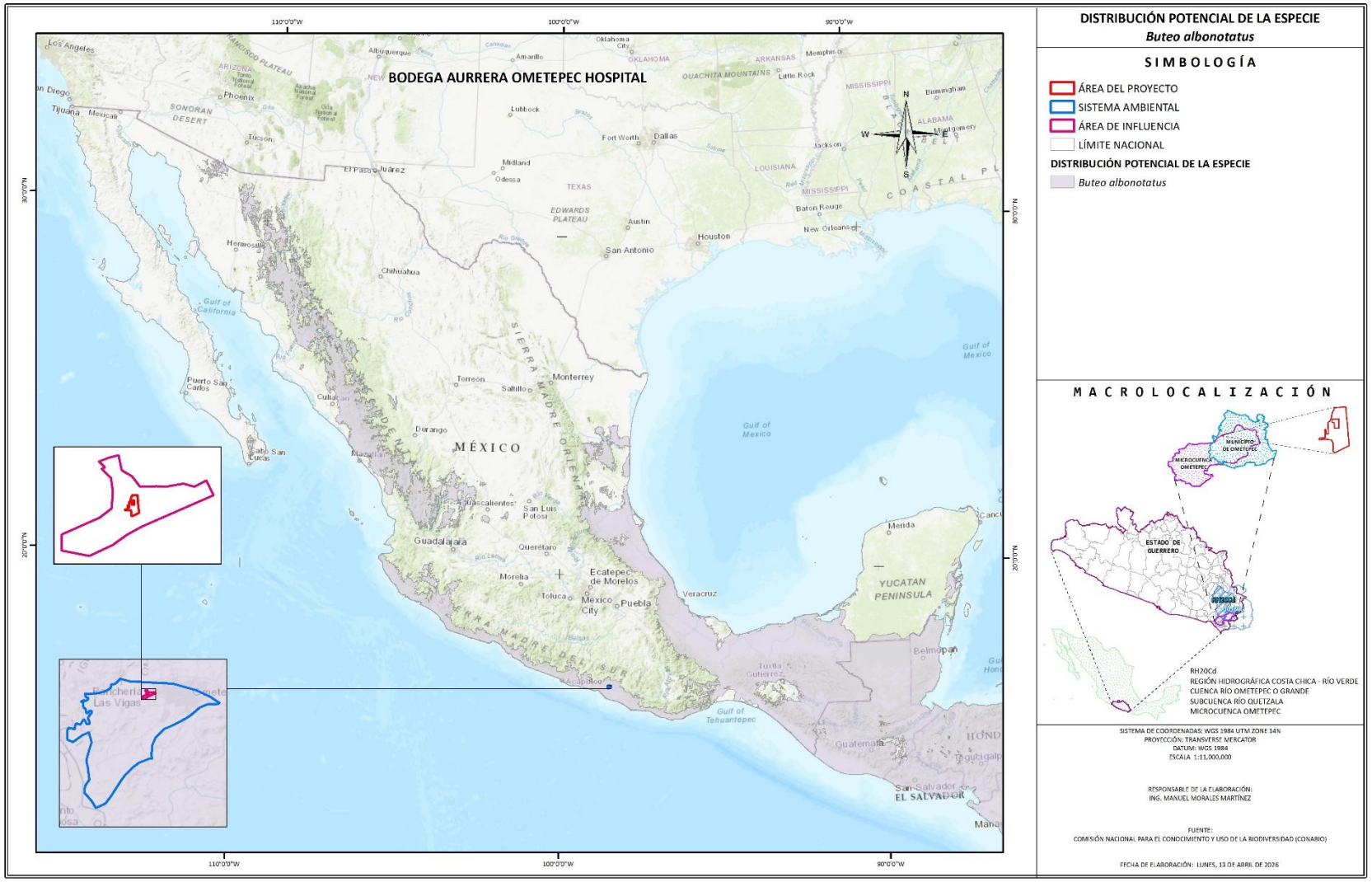


Figura IV.43. Distribución potencial permanente de *Buteo albonotatus* en el SA y el AP. **Fuente:** Navarro-Sigüenza, *et al*., (2018)[33]

[33] Navarro-Sigüenza, A. G., A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, C. A. Ríos-Muñoz, C. R. Gutiérrez-Arellano, D. Méndez-Aranda, T. Kobelkowsky-Vidrio, L. E. Sánchez-Ramos, (2018). *'Buteo albonotatus* (aguililla aura) invierno. Distribución potencial.', escala: 1:1300000. edición: 1. Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, Universidad

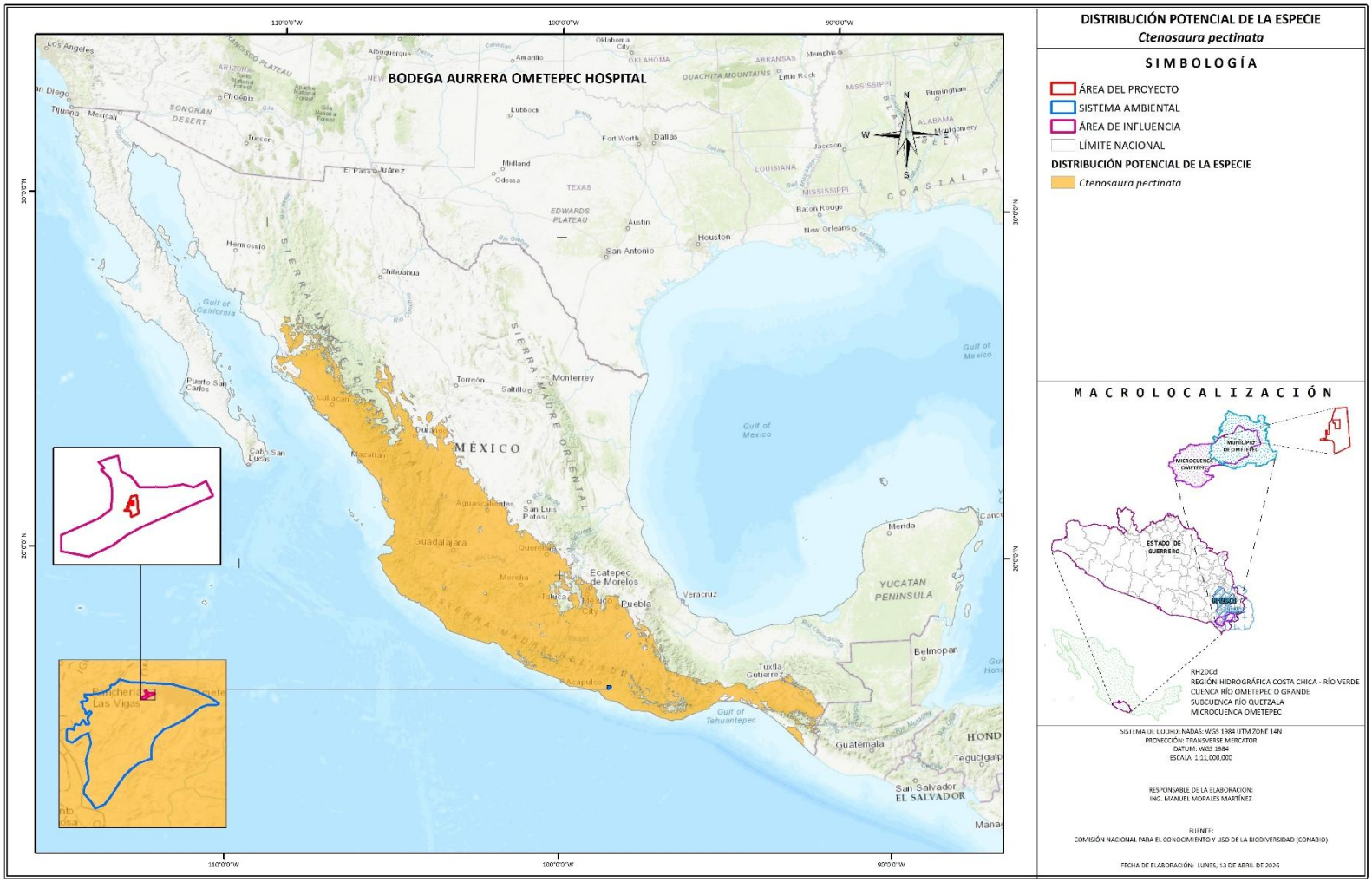


Imagen IV.19. Distribución potencial permanente de *Ctenosaura pectinata* en el SA y el AP. **Fuente:** Reynoso-Rosales, *et al.*, (2021)[34].

Nacional Autónoma de México. Proyecto: JM071, Mapas de distribución de las aves terrestres nativas de Mesoamérica. El Proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).. Ciudad de México, México.

[34] Reynoso-Rosales, V. H., R. C. Rivera-Arroyo, M. L. Vázquez-Cruz, (2021). *'Ctenosaura pectinata* (iguana de roca). Distribución potencial.', escala: 1:1000000. edición: 1. Instituto de Biologia UNAM. Proyecto: QE006, Evaluación del estado de conservación, amenazas y comercio internacional de las especies del género Ctenosaura bajo los criterios de la

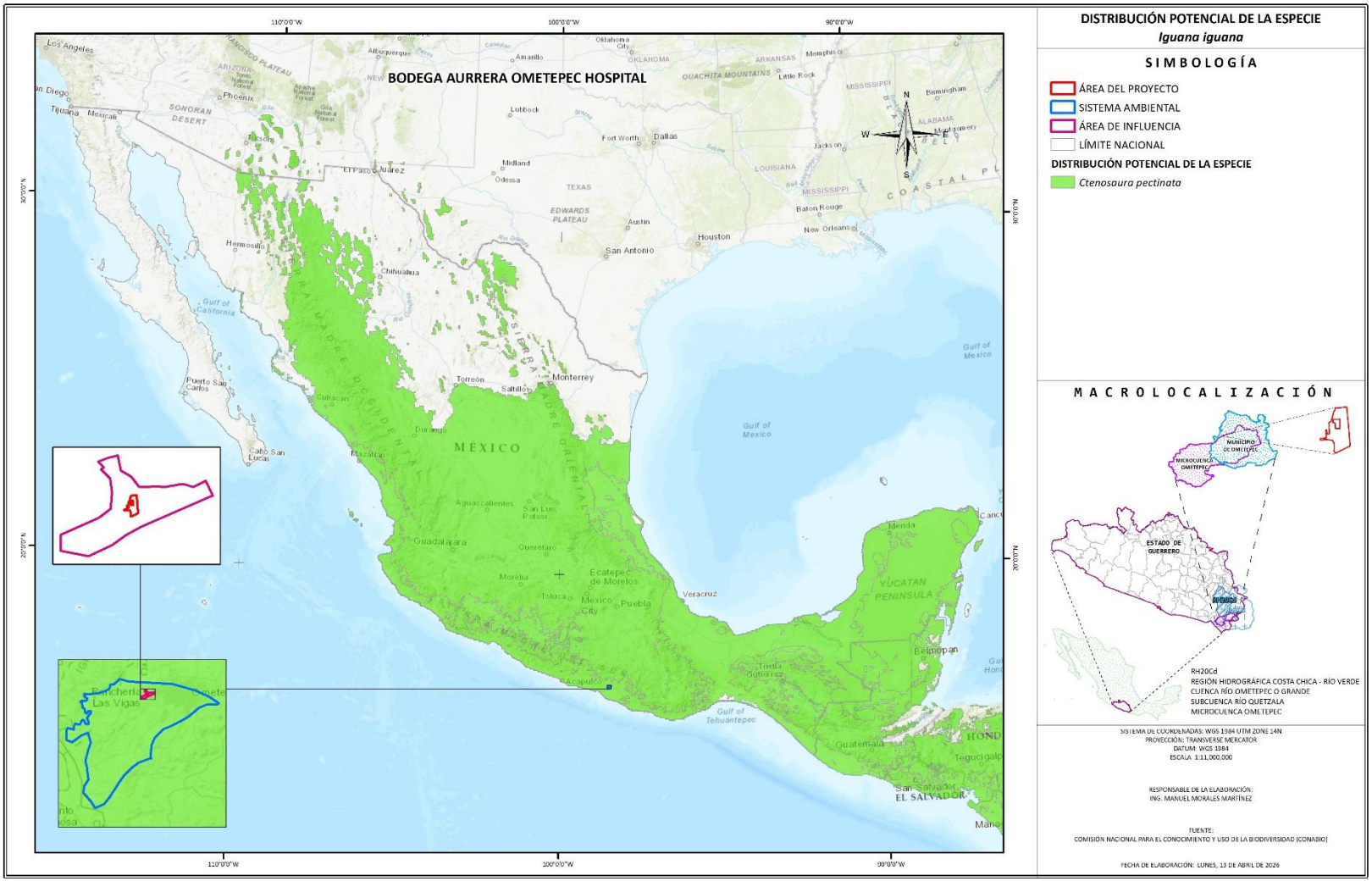


Imagen IV.20. Distribución potencial permanente de *Iguana iguana* en el SA y el AP. **Fuente:** Ramírez-Bautista *et al*, (2019)[35].

Res. Conf. 9.24 (Rev. CoP17) de la CITES. El proyecto fue financiado con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.

[35] Ramírez-Bautista, A., Torres-Ángeles, Cruz-Elizalde, R., Magno-Benitez, I. 2019. *Iguana iguana* (iguana verde). Distribución potencial, escala 1:4000000. Centro de Investigaciones Biológicas, Pachuca, Hidalgo, México.

FAUNA EN LA CITES

Cuadro IV.125. Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	AP	SA	Técnica de rescate
Avifauna							
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	**II**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
2	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	**II**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
3	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	**II**	Ausente	Presente	Ahuyentamiento
Herpetofauna							
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	**II**	Ausente	Presente	Rescate
5	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	**II**	Ausente	Presente	Rescate
6	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	**II**	Ausente	Presente	Rescate
7	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	**II**	Ausente	Presente	Rescate
8	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	**II**	Ausente	Presente	Rescate

Se registraron 8 especies que se encuentran en la Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)[36], mismas que se encuentran consideradas dentro del Apéndice II, implicando que aunque dichas especies no necesariamente están amenazadas o en peligro de extinción se debe ser controlado su comercio para evitar un uso incompatible con su supervivencia y tomando en consideración que este proyecto no tiene fines sobre la comercialización de las especies, se tendrá especial atención sobre las citadas en las CITES.

ENDEMISMOS

El artículo Especies endémicas en México publicado en el portal de la PROFEPA (2020[37]) indica que el concepto de endemismo es relativo, por ejemplo, cuando se considera el territorio y su delimitación política se utilizan conceptos de endemismo como: ***microendémicas, cuasiendémicas*** *y* ***semiendémicas***; en donde las especies ***microendémicas*** tienen distribución muy restringida; las ***cuasiendémicas*** rebasan los límites biogeográficos del área escogía; las especies ***semiendémicas***, pasan solamente una época del año en un país o región.

De acuerdo con lo anterior, se analizaron las distribuciones dentro del territorio nacional de las siguientes especies: **1)** Euphonia godmani, **2)** *Melanerpes chrysogenys,* **3)** *Turdus rufopalliatus,* **4)** *Anolis nebulosus,* **5)** *Incilius marmoreus,* **6)** *Agalychnis dacnicolor,* **7)** *Tlalocohyla smithii,* **8)** *Ctenosaura pectinata,* **9)** *Aspidoscelis guttatus,*

Para generar un criterio de endemismo ajustado al estudio, se tomará como límite político al estado de Guerrero. A continuación, se muestran sus distribuciones.

[36] CITES (Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2022. Lista de verificación de especies CITES. Obtenido de: http://checklist.cites.org/#/en.

[37] Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). 2020. Especies endémicas en México. En: https://www.gob.mx/profepa/articulos/especies-endemicas-en-mexico-237094?idiom=es

Euphonia godmani

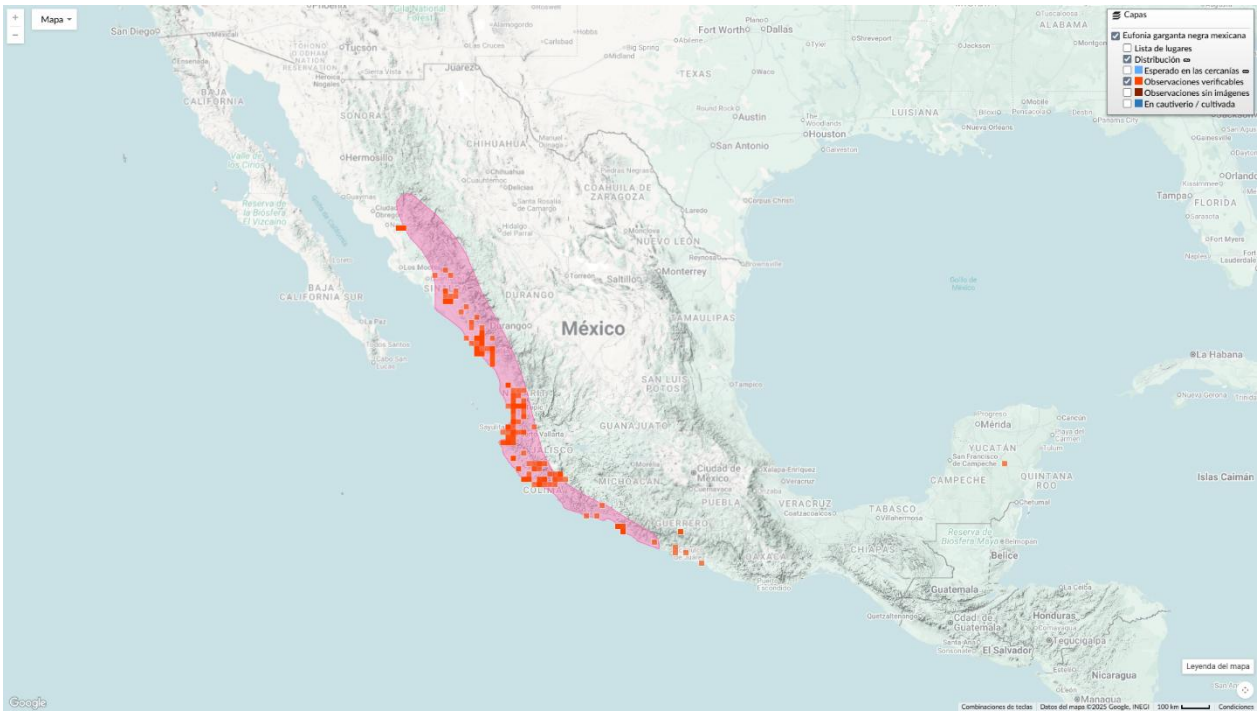


Imagen IV.21. Distribución potencial de la especie *Euphonia godmani. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/1286932-Euphonia-godmani*

Melanerpes chrysogenys

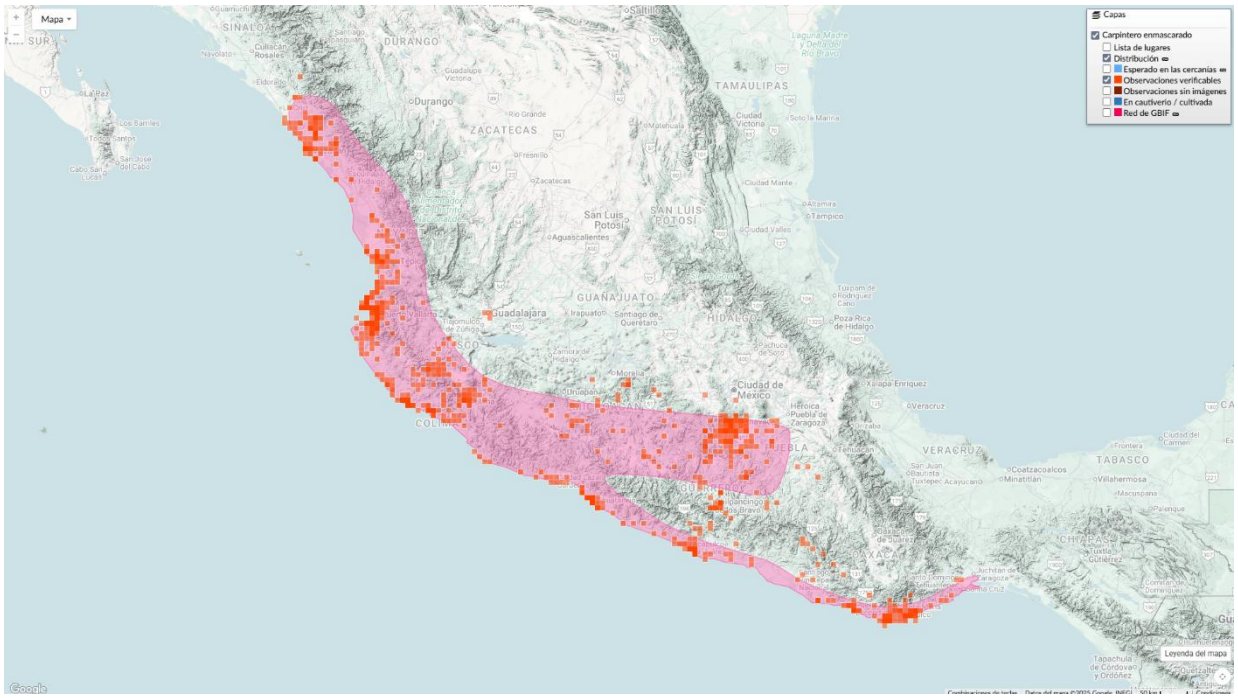


Imagen IV.22. Distribución potencial de la especie *Melanerpes chrysogenys. Tomado de https://mexico.inaturalist.org/taxa/18206-Melanerpes-chrysogenys*

Turdus rufopalliatus

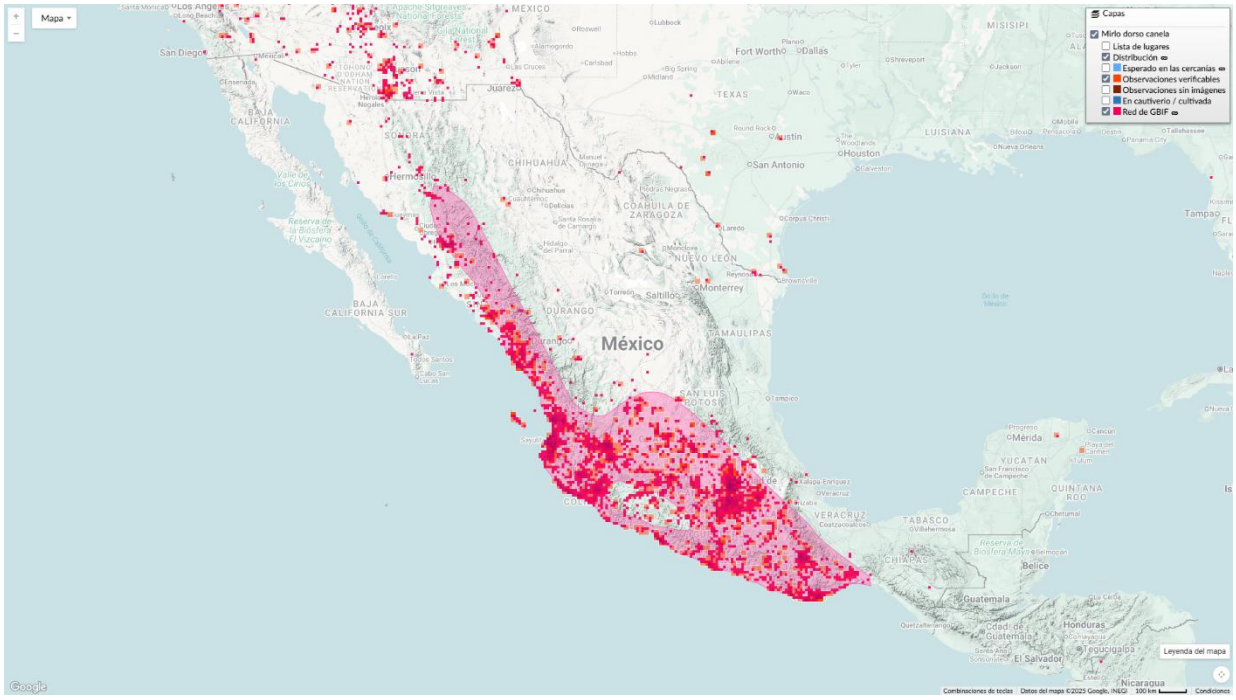


Imagen IV.23. Distribución potencial de la especie *Turdus rufopalliatus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/12714-Turdus-rufopalliatus*

Anolis nebulosus

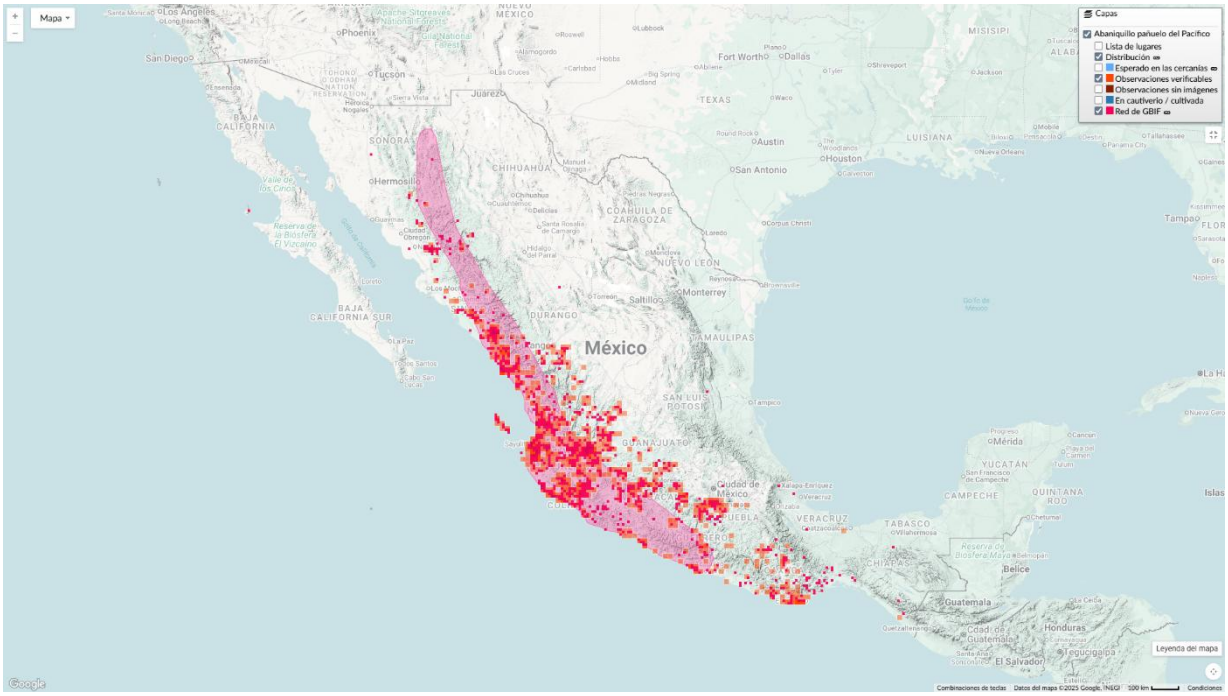


Imagen IV.24. Distribución potencial de la especie *Anolis nebulosus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/73629-Anolis-nebulosus*

Incilius marmoreus

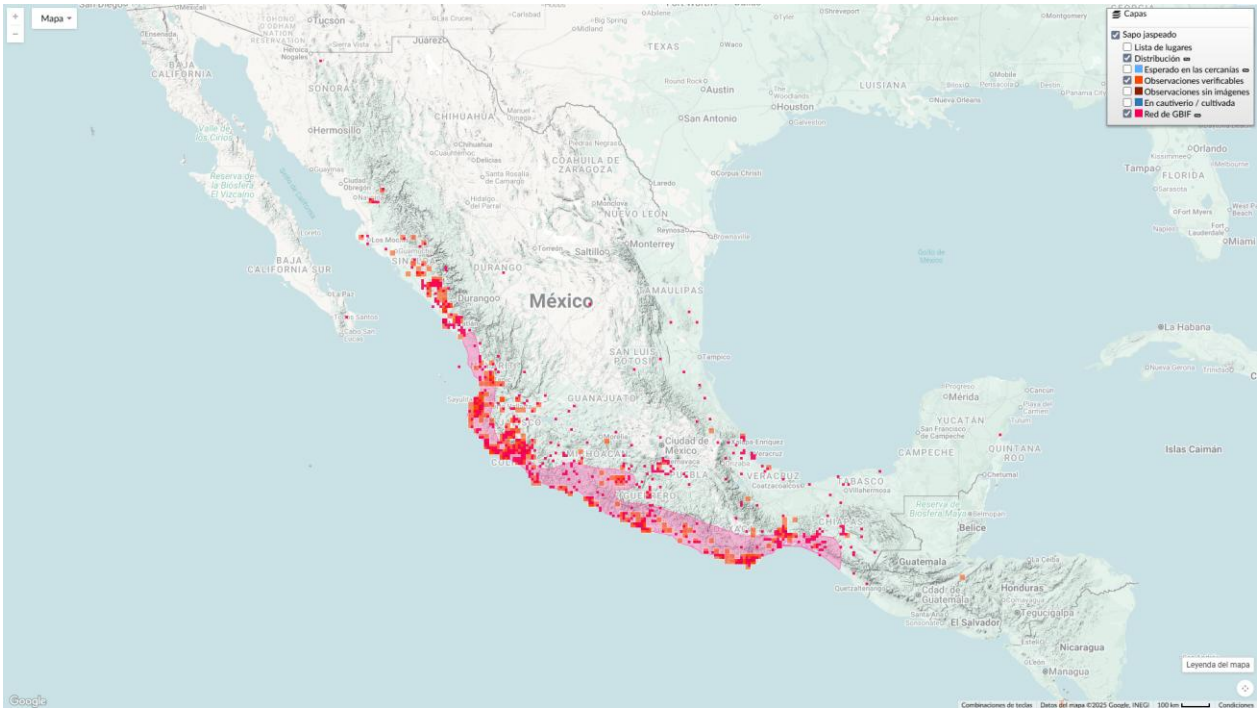


Imagen IV.25. Distribución potencial de la especie *Incilius marmoreus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/65846-Incilius-marmoreus*

Agalychnis dacnicolor

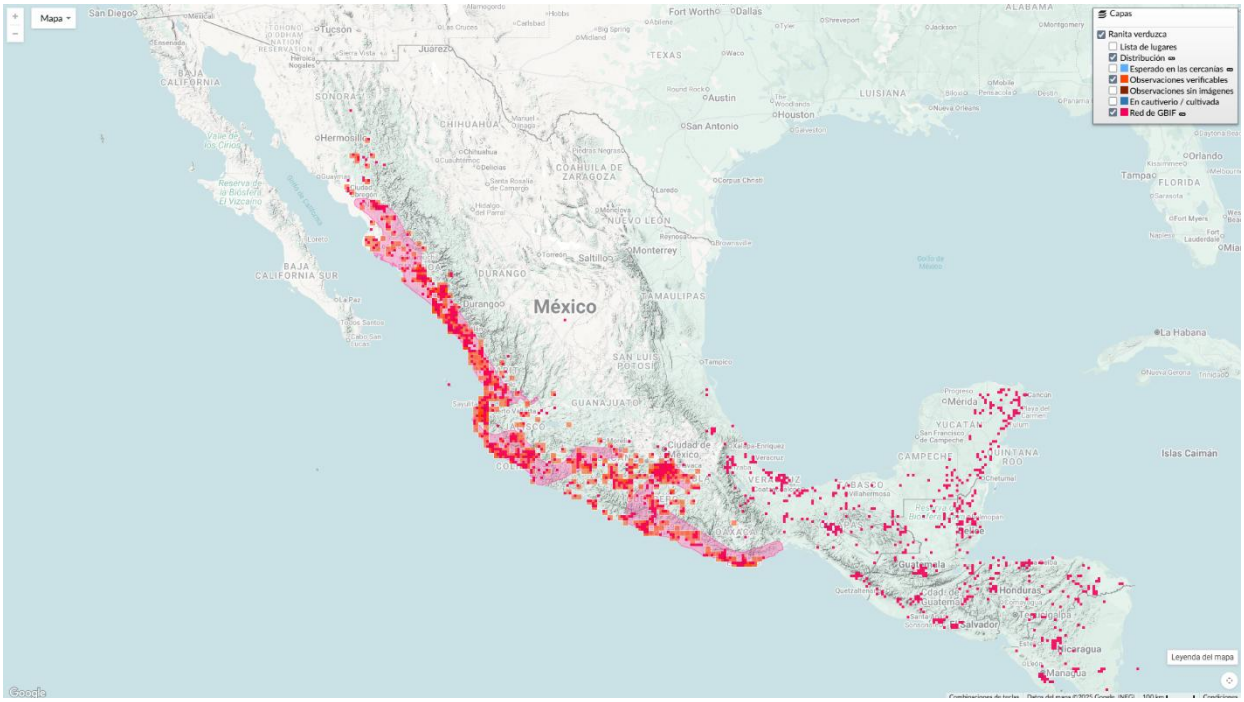


Imagen IV.26. Distribución potencial de la especie *Agalychnis dacnicolor. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/135027-Agalychnis-dacnicolor*

Tlalocohyla smithii



Imagen IV.27. Distribución potencial de la especie *Tlalocohyla smithii. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/67243-Tlalocohyla-smithii*

Ctenosaura pectinata

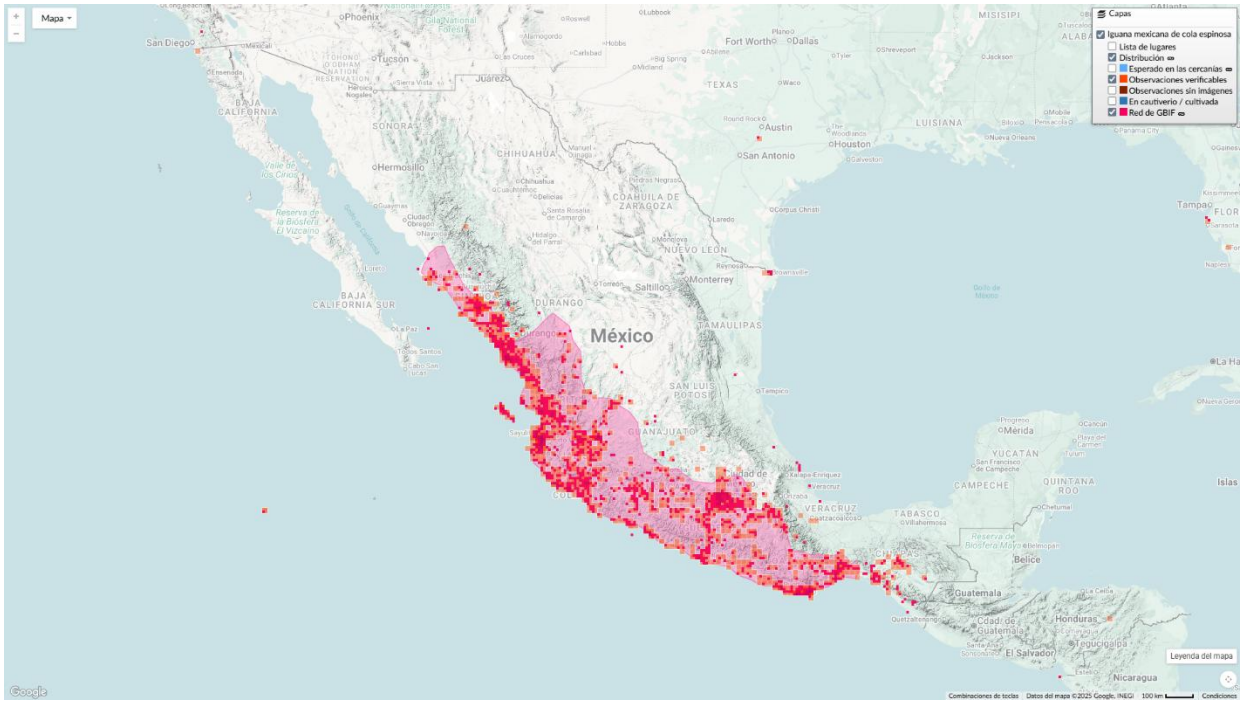


Imagen IV.28. Distribución potencial de la especie *Ctenosaura pectinata. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/35306-Ctenosaura-pectinata*

Aspidoscelis guttatus

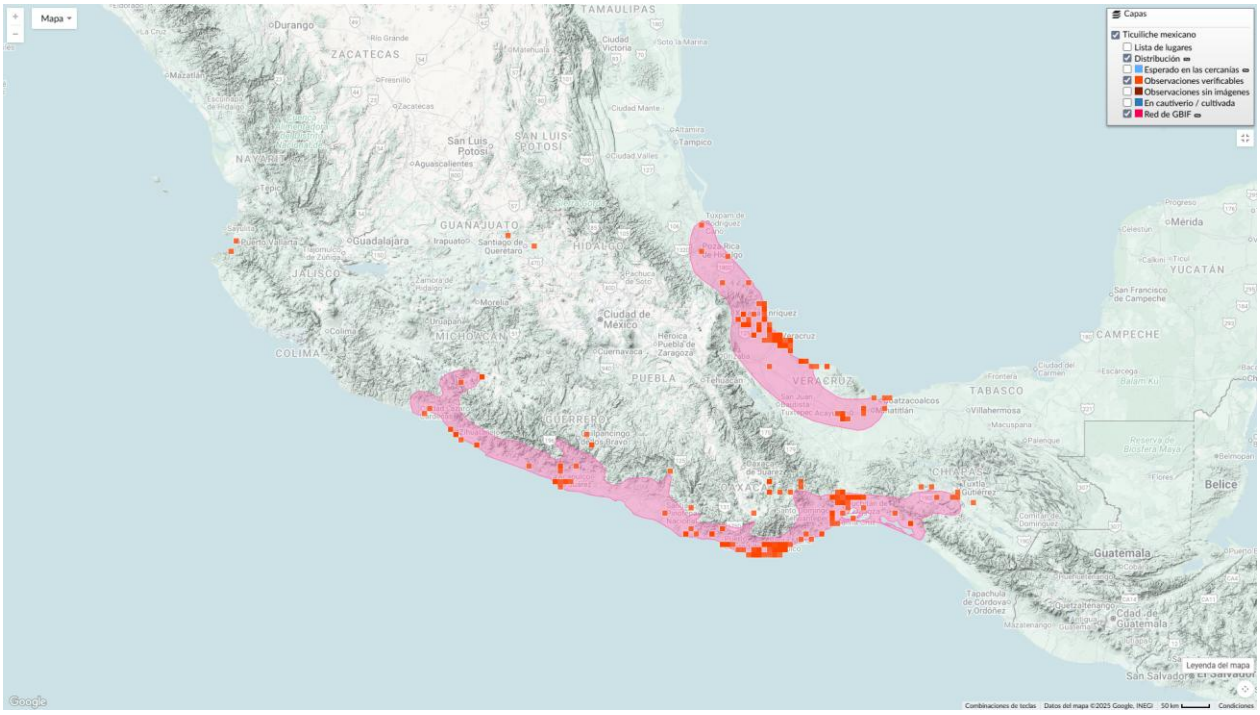


Imagen IV.29. Distribución potencial de la especie *Aspidoscelis guttatus. Tomado de: https://mexico.inaturalist.org/taxa/73670-Aspidoscelis-guttatus*

Al considerar el Estado de Guerrero como límite político para determinar el tipo de endemismo de las especies, podemos decir que todas las especies son ***cuasindémicas*** de Guerrero dado que, *se distribuyen dentro del Estado, pero su distribución rebasa la delimitación política del área seleccionada*. Al considerar el Territorio Nacional como límite político podemos decir que algunas especies son ***endémicas***, aunque existen registros de especies que se han documentado fuera del territorio nacional, como es el caso de *Turdus rufopalliatus, Incilius marmoreus, Agalychnis dacnicolor, Tlalocohyla smithii* y *Ctenosaura pectinata,* y por lo tanto son cuasindémica de México.

Cuadro IV.126. Tipo de endemismo de las especies endémicas registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de endemismo de acuerdo al Estado	Tipo de endemismo dentro del país	AP	SA
Avifauna							
1	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	Cuasindémica	Endémica	Presente	Presente
2	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	Cuasindémica	Endémica	Presente	Presente
3	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	Cuasindémica	Cuasindémica	Presente	Presente
Herpetofauna							
4	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Cuasindémica	Endémica	Presente	Presente
5	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	Cuasindémica	Cuasindémica	Ausente	Presente
6	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	Cuasindémica	Cuasindémica	Ausente	Presente
7	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	Cuasindémica	Cuasindémica	Ausente	Presente
8	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	Cuasindémica	Cuasindémica	Ausente	Presente
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	Cuasindémica	Endémica	Presente	Presente

DIVERSIDAD ALFA (α)

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la evaluación de fauna silvestre se realizó mediante el análisis de la riqueza específica y diversidad, por lo tanto, el comparativo se realizará mediante dichas métricas en las dos unidades de análisis.

A continuación, se presentan por unidad de estudio (AP y SA) y por grupo biológico, el número individuos, la riqueza específica y la diversidad.

AVIFAUNA

Cuadro IV.127. Comparativo del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis.

								N° de registros	
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**	**IUCN**	**Endemismo**	**AP**	**SA**
1	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	II	LC	Nativa	0	1
2	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	0	3
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	SC	LC	Nativa	0	1
4	Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	4	3
5	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	SC	SC	LC	Nativa	3	7
6	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	SC	SC	LC	Nativa	1	3
7	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	2	2
8	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	SC	SC	SC	Nativa	0	2
9	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	SC	SC	LC	Nativa	0	2
10	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	SC	SC	SC	Endémica	1	1
11	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	SC	SC	LC	Nativa	0	3
12	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	SC	SC	LC	Nativa	0	1
13	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	SC	SC	LC	Nativa	1	2
14	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	SC	SC	LC	Nativa	0	1
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	SC	SC	LC	Nativa	14	4
16	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	SC	SC	LC	Nativa	0	1
17	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	3	9
18	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	SC	SC	LC	Endémica	2	1
19	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	SC	SC	LC	Nativa	0	1
20	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	SC	SC	SC	Nativa	0	1
21	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	SC	II	LC	Nativa	0	1
22	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	SC	II	LC	Nativa	0	1
23	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	SC	SC	LC	Endémica	3	4
24	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	SC	SC	LC	Nativa	1	6

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Endemismo	N° de registros	
								AP	SA
25	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	SC	SC	LC	Nativa	1	4
26	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común	SC	SC	LC	Nativa	2	4
27	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	SC	SC	SC	Nativa	3	2
Total de especies								**14**	**27**
Total de individuos								**41**	**71**

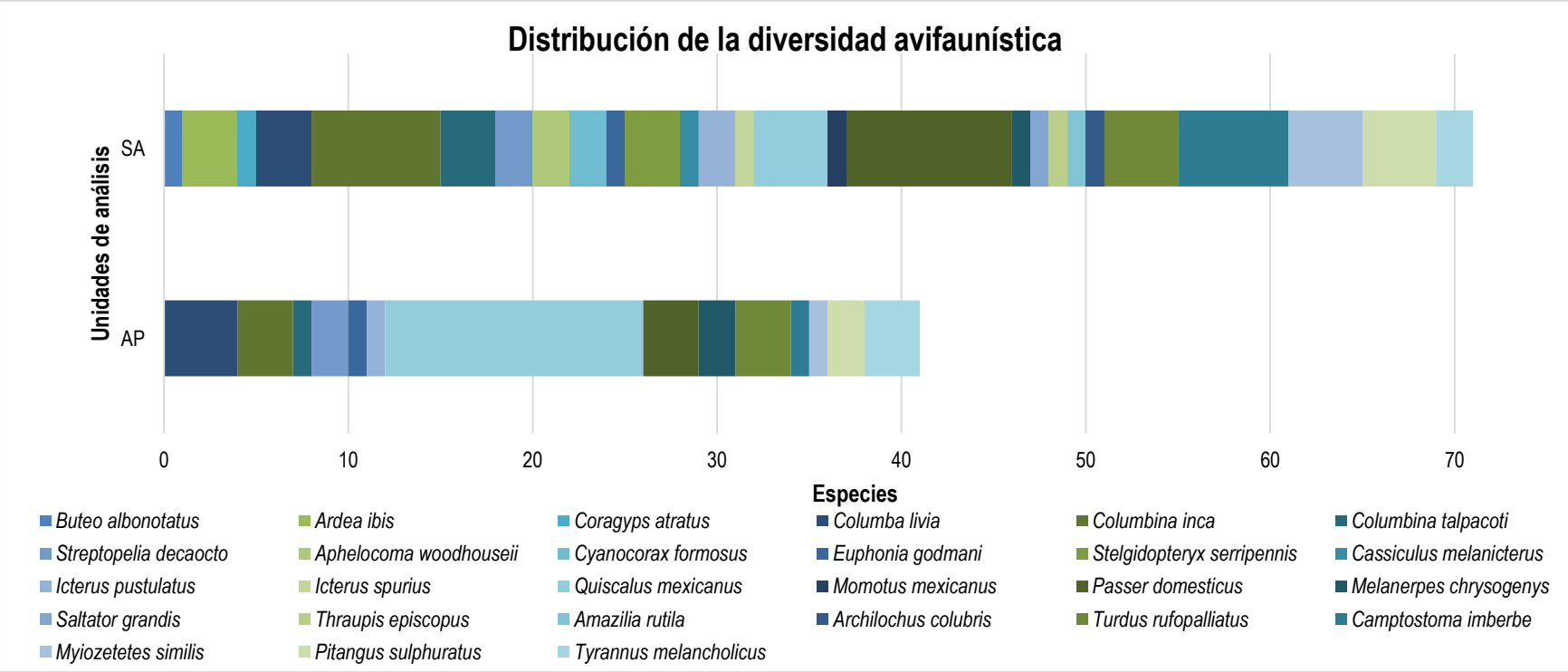


Figura IV.84 Distribución del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis.

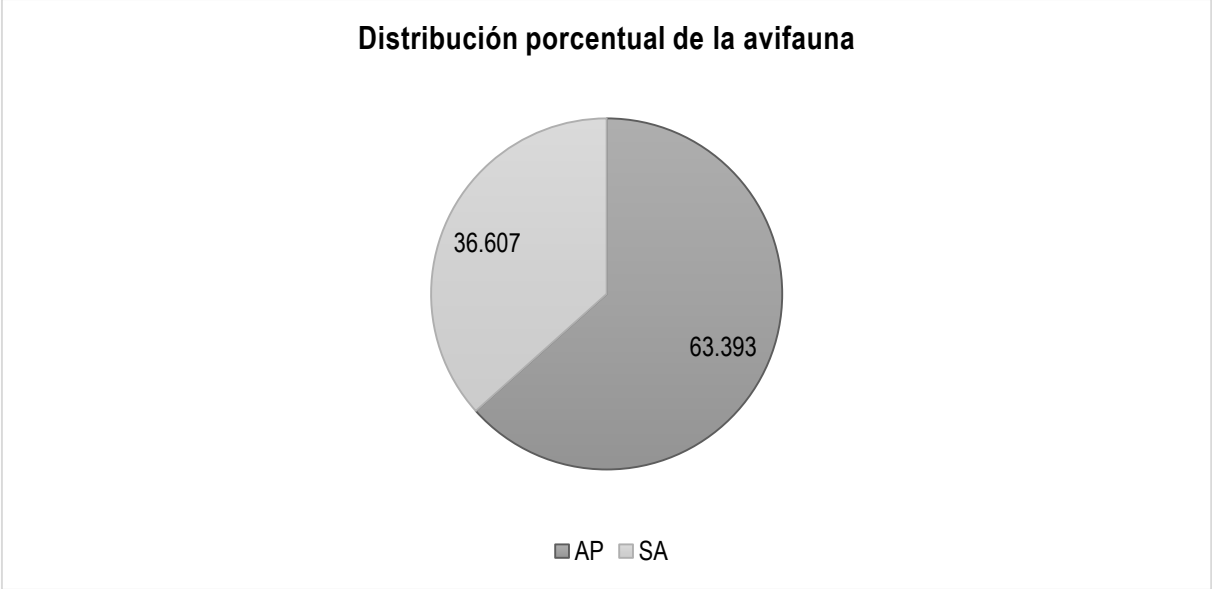
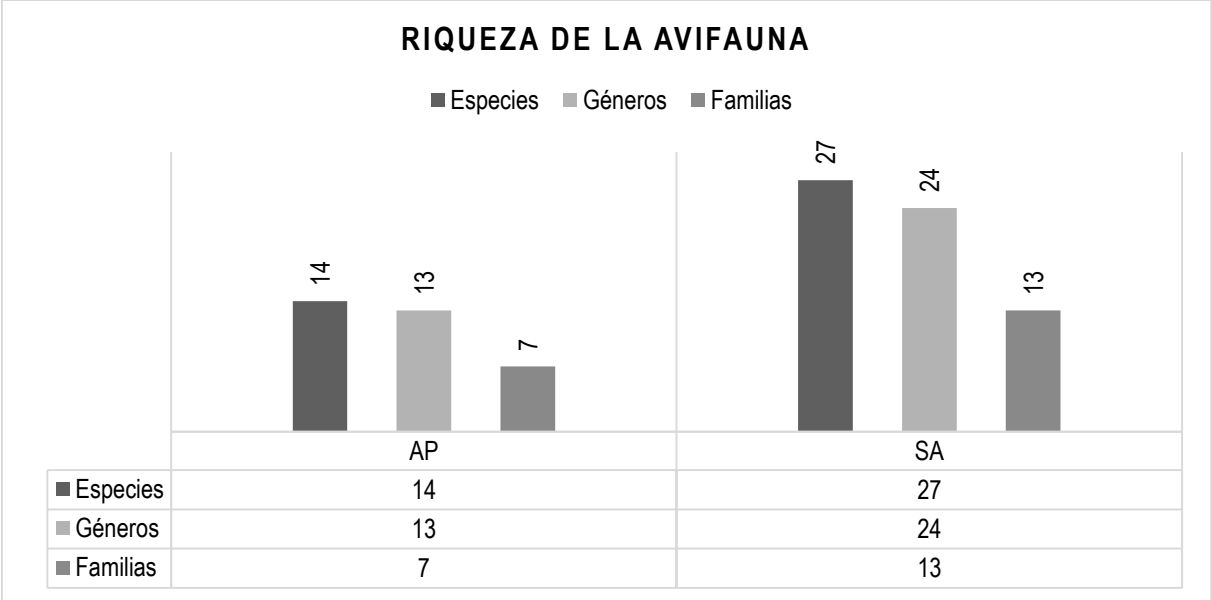


Figura IV.85 Comparativo de los individuos totales de avifauna en las dos unidades de análisis.

El número de individuos de avifauna en las dos unidades de estudio no fue homogéneo entre las especies, esto puede ser producto del estado de conservación y la variedad de microclimas que se muestrearon en el SA.



	AP	SA
Especies	14	27
Géneros	13	24
Familias	7	13

Figura IV.86 Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las dos unidades de análisis.

Comparando la riqueza taxonómica podemos observar que el área de AP es la menos diversa, respecto al SA.

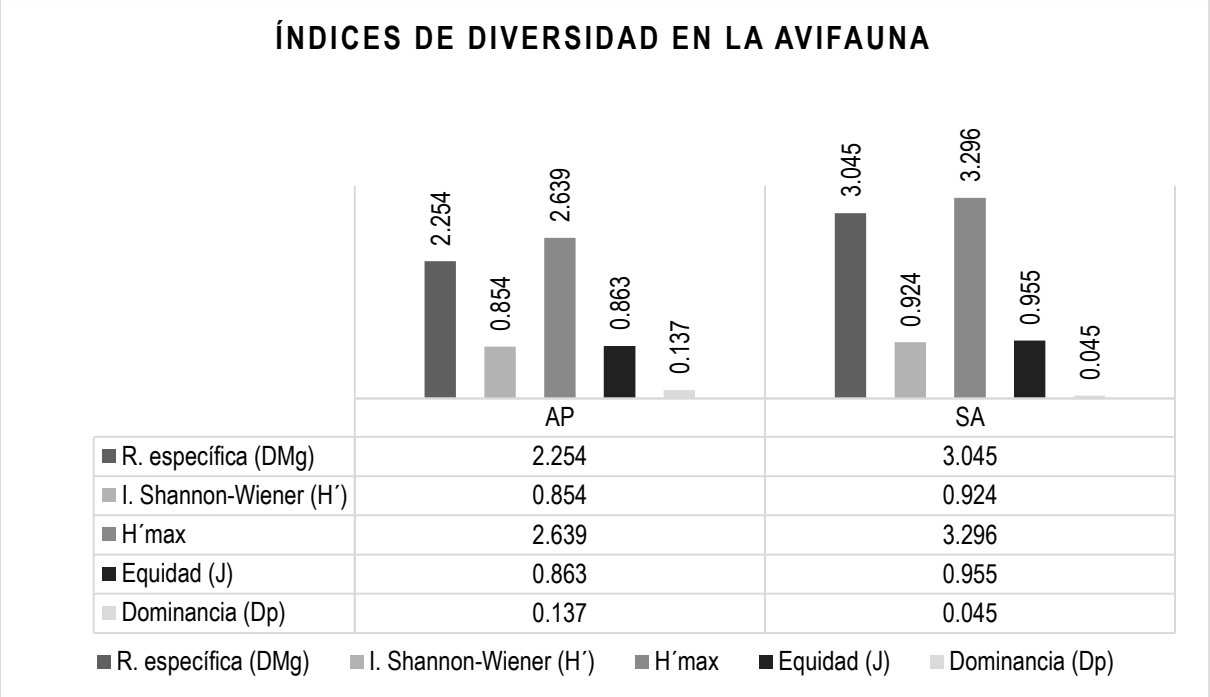


Figura IV.87 Comparativo de la diversidad de avifauna en las dos unidades de análisis.

Al comparar la diversidad avifaunística de entre las dos unidades de análisis podemos observar que el SA presenta una mayor diversidad y mayores abundancias, respecto al AP.

En los dos sitios de estudios se ve una tendencia en la estructura de los ensambles ecológicos, con una equidad alta, respecto a la dominancia, lo que nos habla de una estructura poblacional favorable. De acuerdo al Índice de Shannon-Wiener (H´); en el SA presenta una diversidad alta y el AP una diversidad media. De acuerdo al índice de Simpson-Pielou, ambas unidades presentan una diversidad favorable.

MASTOFAUNA

Cuadro IV.128. Comparativo del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Endemismo	N° de registros	
								AP	SA
1	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	SC	SC	LC	Nativa	1	1
2	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	SC	SC	LC	Nativa	0	1
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Sylvilagus cunicularius	SC	SC	SC	Nativa	0	4
4	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	LC	Nativa	2	2
Total de especies								**2**	**4**
Total de individuos								**3**	**8**

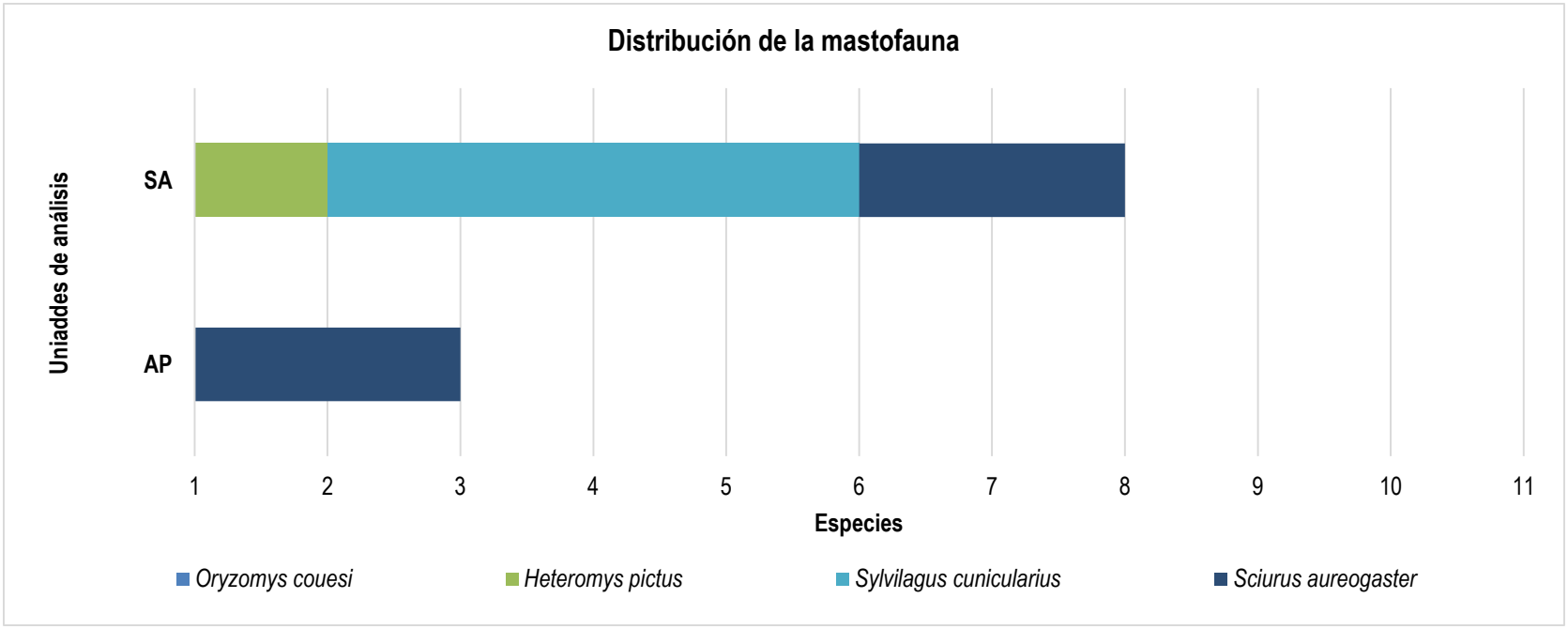


Figura IV.88 Distribución del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis.

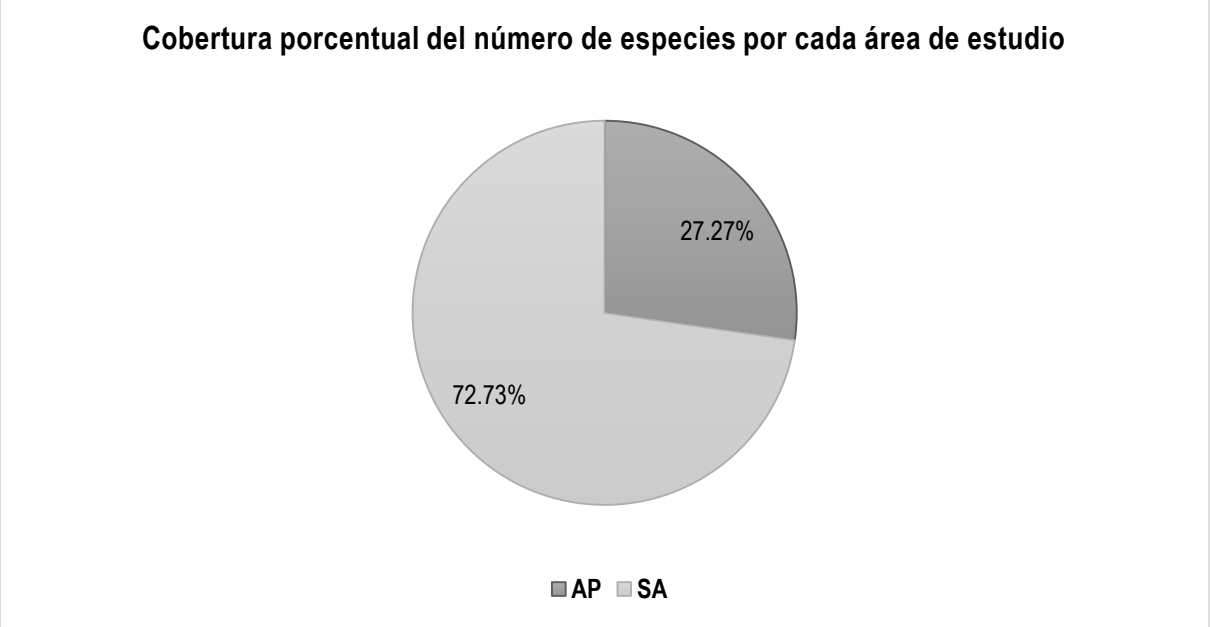
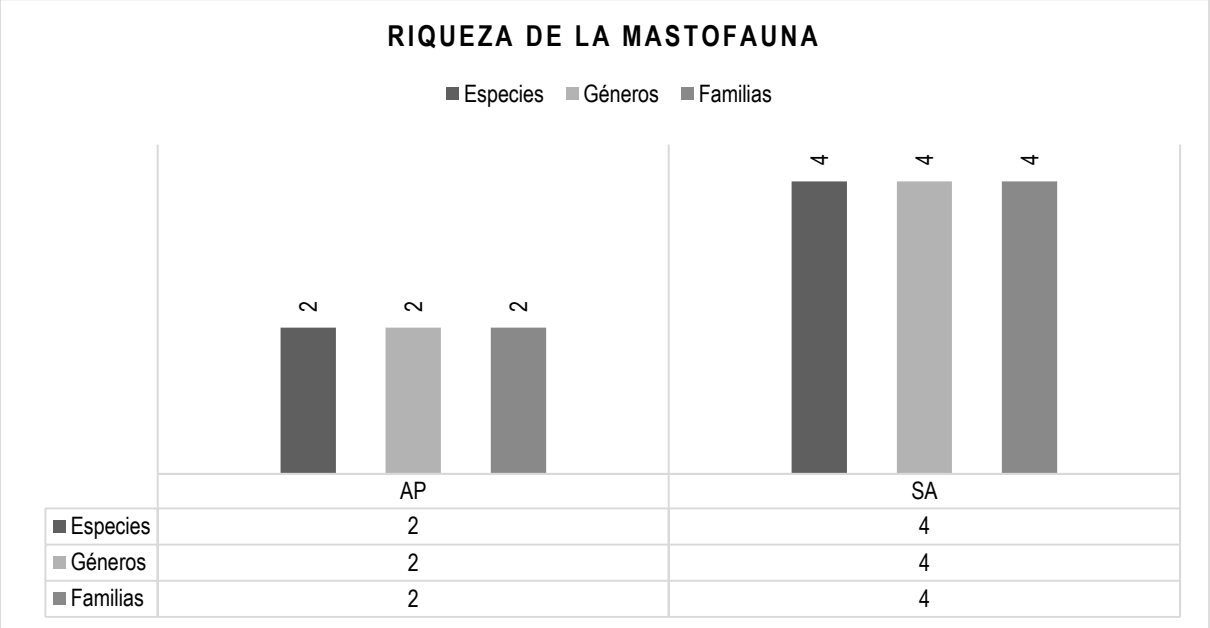


Figura IV.89 Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las dos unidades de análisis

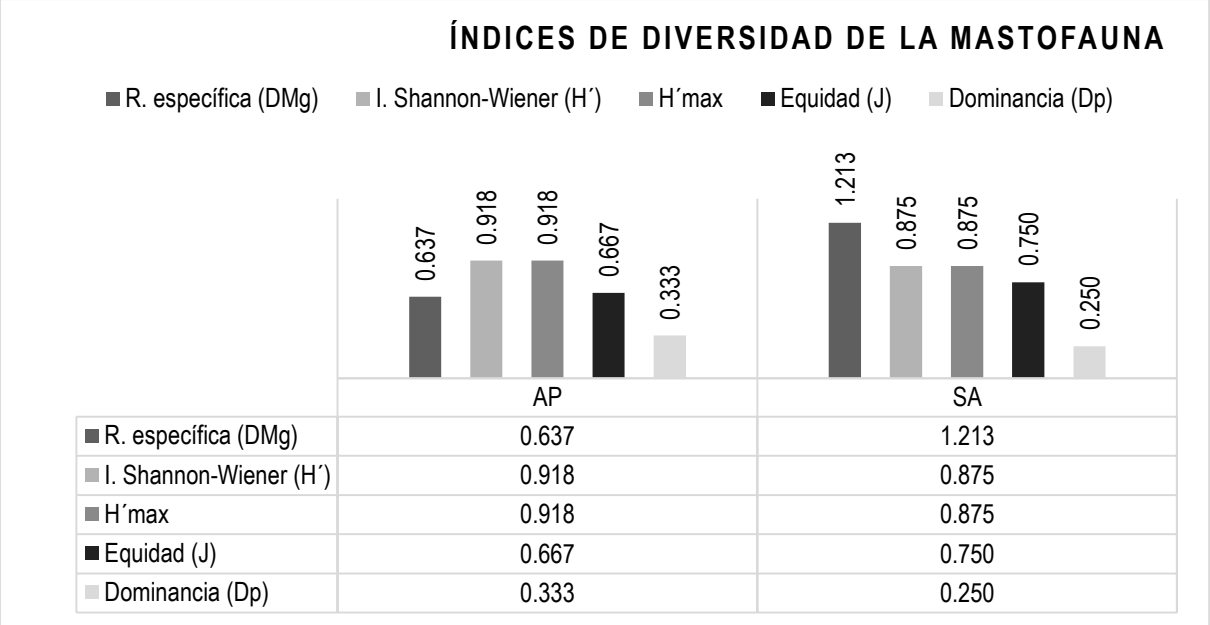
Se encontró un mayor número de especies en el SA respecto al área sujeta al AP.



	AP	SA
Especies	2	4
Géneros	2	4
Familias	2	4

Figura IV.90 Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las dos unidades de análisis.

La riqueza específica es mayor en el SA respecto al área sujeta al AP.



	AP	SA
R. específica (DMg)	0.637	1.213
I. Shannon-Wiener (H´)	0.918	0.875
H´max	0.918	0.875
Equidad (J)	0.667	0.750
Dominancia (Dp)	0.333	0.250

Figura IV.91 Comparativo de la diversidad de mastofauna en las dos unidades de análisis.

En los dos sitios de estudios se ve una tendencia en la estructura de los ensambles ecológicos, con una equidad alta para el SA y una equidad media en el AP, respecto a la dominancia, ambas unidades presentan una dominancia moderada. De acuerdo al Índice de Shannon-Wiener (H´); ambas unidades de análisis presentan una diversidad baja.

HERPETOFAUNA

Cuadro IV.129. Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Endemismo	N° de registros		TOTAL
								AP	SA	
1	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	SC	SC	LC	Endémica	3	4	**7**
2	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	SC	SC	LC	Endémica	0	1	**1**
3	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	SC	SC	LC	Exótica-Invasora	0	4	**4**
4	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	SC	II	LC	Endémica	0	1	**1**
5	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	SC	SC	LC	Endémica	0	1	**1**
6	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	II	LC	Endémica	0	2	**2**
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	LC	Nativa	0	2	**2**
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	SC	SC	LC	Nativa	6	7	**13**
9	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	SC	SC	LC	Endémica	3	5	**8**
Total de especies								**3**	**9**	**9**
Total de individuos								**12**	**27**	**39**

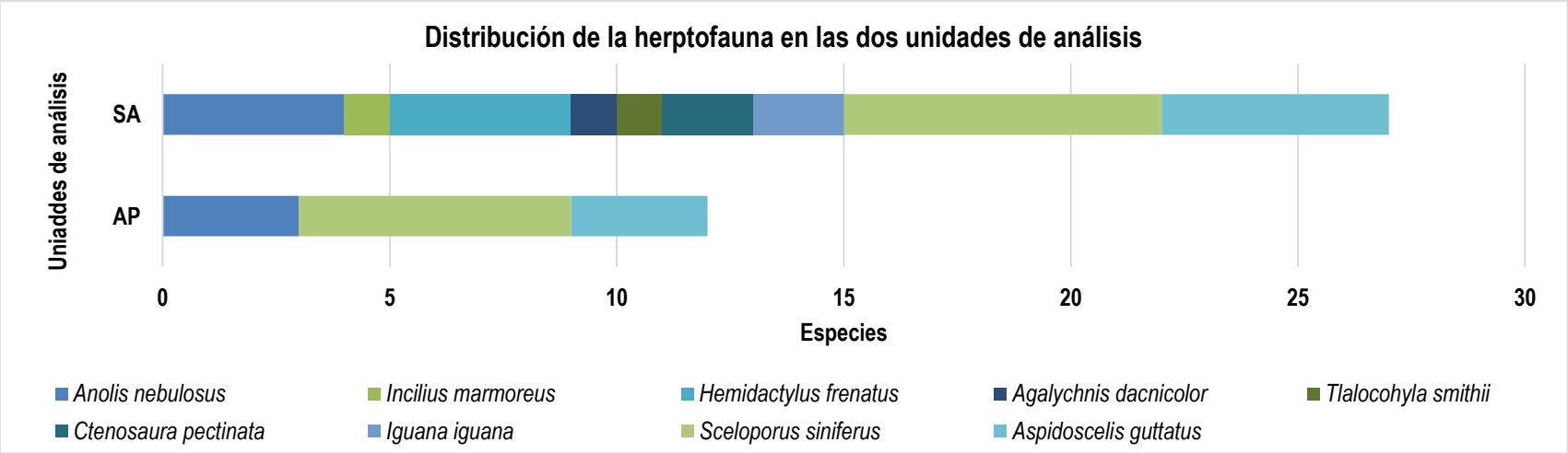


Figura IV.92 Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

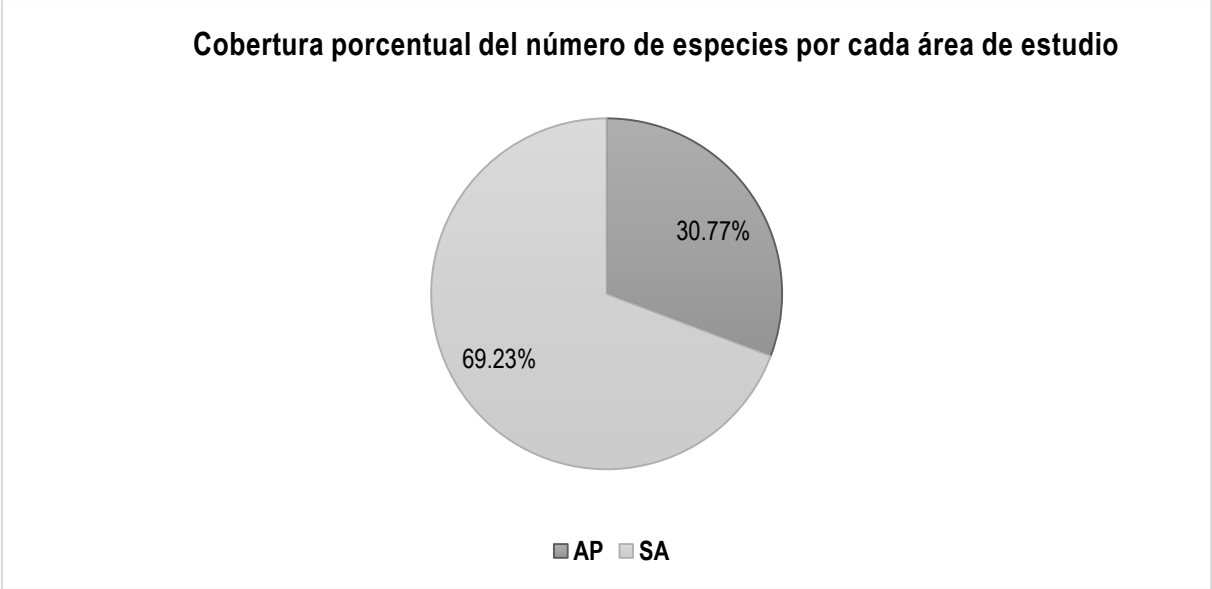
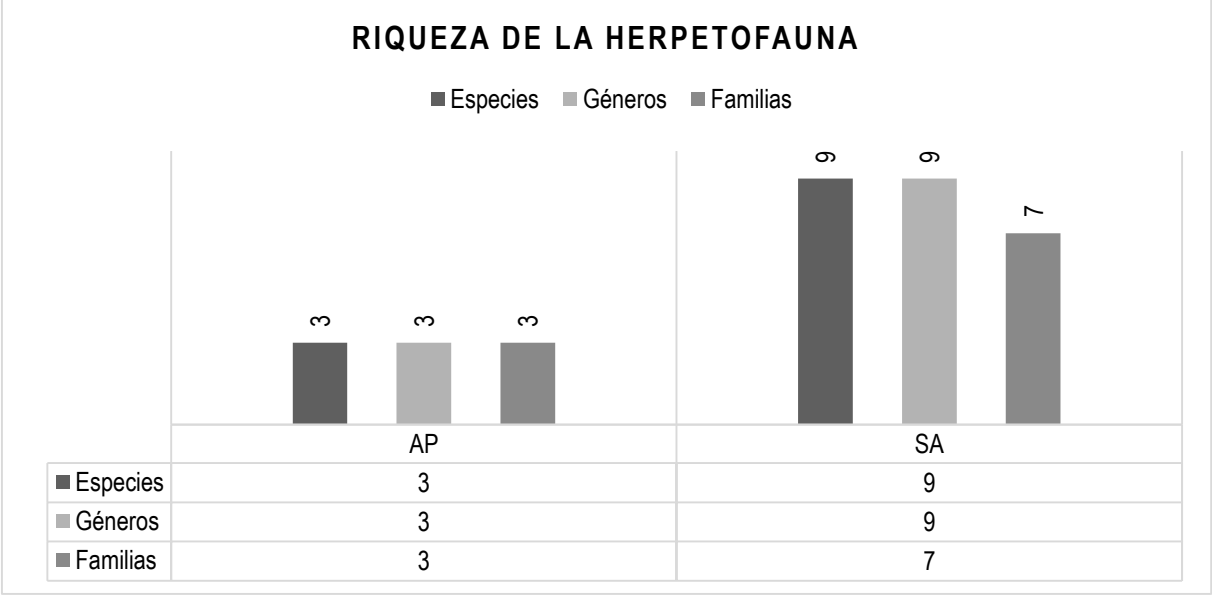


Figura IV.93 Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

El número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de estudio no fue homogénea entre las especies. El SA presenta un mayor porcentaje de acuerdo a la cobertura de especies.



	AP	SA
Especies	3	9
Géneros	3	9
Familias	3	7

Figura IV.94 Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

Existe un mayor número de familias, géneros y especies en el SA, respecto al AP.

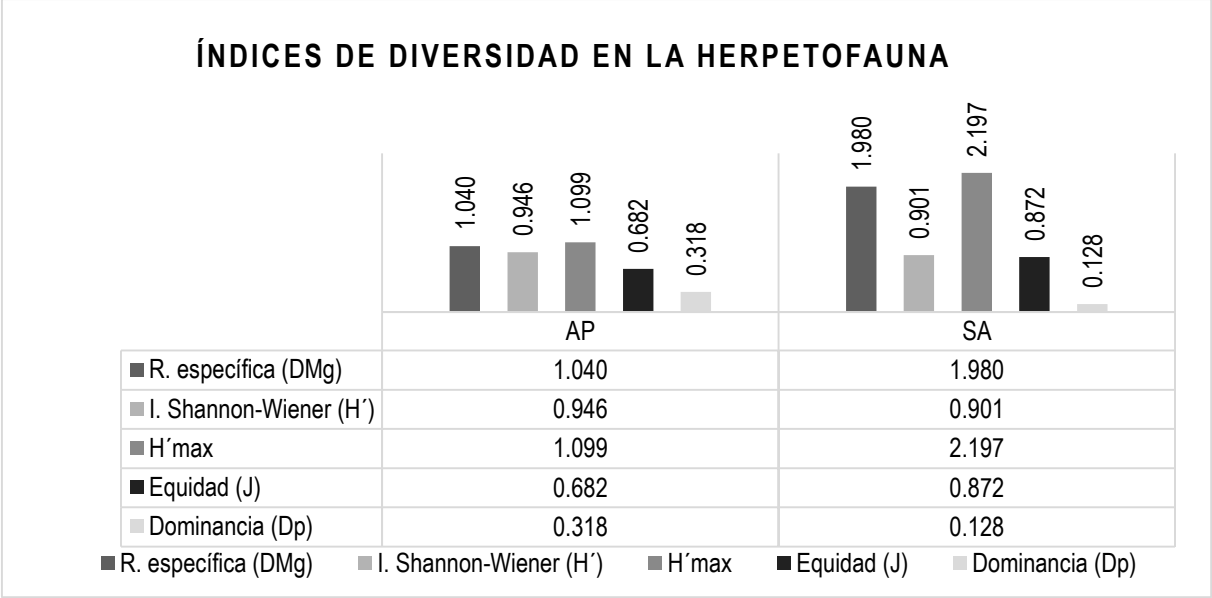


Figura IV.95 Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

En diversidad calculada es mayor en el SA respecto al AP. Al calcular la diversidad máxima que podrían alcanzar ambas unidades de análisis, sólo el SA podría alcanzar una diversidad media. La equidad es alta para ambas unidades. La dominancia es baja para las dos unidades. El índice de Simpson-Pielou, nos indica una mayor diversidad en el SA respecto al AP.

CONCLUSIONES

El número total de especies de avifauna registradas es una muestra de 27 especies, de las cuales 14 fueron registradas en el AP y 27 en el SA; en términos generales el AP presenta una condición ecológica favorable.

La mastofauna consta de una muestra de 4 especies; de las cuales sólo 2 se registraron en el AP, y 4 en el SA. La diversidad en las dos unidades es baja. Aunado a lo anterior se registró la presencia de perros domécticos (*Canis lupus familiaris*).

El número de especies herpetofaunística para las dos unidades de análisis consta de una muestra de 9 especímenes de las cuales, sólo 3 se registraron en el AP y 9 en el SA. En diversidad calculada es mayor en el SA respecto al AP. La equidad es alta para ambas unidades. La dominancia es baja para las dos unidades. El índice de Simpson-Pielou, nos indica una mayor diversidad en el SA respecto al AP.

La diversidad en áreas reducidas como el AP suele ser baja, principalmente por la limitada disponibilidad de biotopos y nichos ecológicos que permitan el desarrollo de la fauna. En contraste, en el SA, al abarcar un mayor número de biotopos, se observa una diversidad significativamente mayor.

Las especies de aves encontradas en el AP pueden ser ahuyentadas, y en el caso específico de algunos nidos se pueden reubicar en zonas aledañas para que las aves no tiendan a dejar el nido; por otro lado, la mastofauna y herpetofauna pueden ser reubicados bajo las condiciones de manejo y rescate adecuadas.

NOTA: Se anexa la carpeta digital con la base de datos de la comparación de las dos unidades de estudio (AP, SA); de la flora y la fauna silvestre **(CAPÍTULO VIII > ANEXO 12. MEMORIAS DE CALCULO POR**

CAPÍTULO > ANEXO IV. G. ÍNDICES DE FAUNA) y la cartografía empleada en el Capítulo **(CAPÍTULO VIII > ANEXO VIII.10. CARTOGRAFÍA).**

BIBLIOGRAFÍA

- Aranda-Sánchez, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 255 p.
- Bakkes, J. A., Van der Born, G. J., Helder, J. C., Swart, R. J., Hope, C. W. y Parker, J. D. E. 1994. An overview of environmental indicators: state of the art and perspectives. UNEP/RIVM.
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J. y Medellín R. A. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation status. Occas. Papers, Mus. Texas TeSA Univ. 218: 1-27.
- Edwards, P. J. y Abivardi, C. 1998. The value of biodiversity: where ecology and economy blend. Biological Conservation. 83(3): 239-246.
- Escalante, T., Szumik, C. y Morrone, J. J. 2009. Areas of endemism of mexican mammals: Re-analysis applying the optimality criterion. Biological Journal of the Linnean Society. 98:468-478.
- Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo, del Proyecto denominado, "Construcción de una Rampa de Emergencia en la Carretera Jiutepec-Yautepec de Zaragoza Méx-138 km ubicado en el km 18+700 estado de Morelos".
- Gallina-Tessaro, S. 2011. Características y evaluación del hábitat. En: Gallina-Tessaro, S. y López-González, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A. C. Querétaro, México. 377p.
- Gallina, S. (ed.). 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 210 p.
- Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson-Townsend, A., Berlagan-García, H. y SánSAez-González, T. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Spl. 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.
- Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.
- Peterson, R. T. y SAalif, E. L. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund-Diana. México, D. F. 473 p.
- SánSAez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L. Gutiérrez-Granados, G. y Rodríguez-Moreno, A. 2014. Biodiversidad de Saordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85: S496-S504. DOI: 10.7550/rmb.31688.
- Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.
- Somarriba, E. 1999. Diversidad Shannon. Agroforestería en las américas. 6(123).
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, M., Ospina, M y Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 326 p.
- Colwell, R. K. y Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society. 345(1311):101-118 p.
- Halffter, G. y Moreno, C. E. 2001. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio. Vol. 4, S. E. A. Zaragoza, España. 5-18 pp.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson-Townsend, A., Berlagan-García, H. y SánSAez-González, T. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Spl. 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.
- Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.
- Peterson, R. T. y Saalif, E. L. 1989. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund-Diana. México, D. F. 473 p.

IV.2.3 PAISAJE

Existen diferentes definiciones para el concepto paisaje, el cual puede considerarse como la percepción que se posee de un sistema ambiental; área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto en ese espacio (Abad Soria y García Quiroga, 2006).

Existen tres componentes importantes del paisaje los cuales son; la visibilidad, calidad paisajística y la fragilidad del paisaje a continuación se presenta la descripción de cada una de ellas.

Visibilidad

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. También se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad, suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc.

Calidad paisajística

Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende como; "el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve" (Blanco, 1979).

La calidad paisajística, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.

Fragilidad del paisaje

La fragilidad de un paisaje es la "susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él". Se puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló et al., 1995). Puede entenderse además como, la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelo, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Elementos y componentes del paisaje.

Partiendo de los dos enfoques prioritarios del paisaje, artístico y científico, a la hora de describir y estudiar el paisaje es necesario considerar los elementos visuales básicos que lo definen estéticamente y los componentes intrínsecos que determinarán sobre todo la calidad de una unidad paisajista y la fragilidad de ese paisaje a determinadas actuaciones.

Los elementos visuales básicos del paisaje son la forma, la línea, el color y la textura:

Forma: Hace referencia al volumen o a la superficie de un objeto u objetos que por la propia configuración o emplazamiento aparecen unificados. Se acentúa con el relieve, y viene caracterizado fundamentalmente por la vegetación, la geomorfología y las láminas de agua.

Línea: Trazado real o imaginario que marca diferencias entre elementos visuales (línea del horizonte, límite entre tipos de vegetación, cursos de agua, carreteras, etcétera).

Textura: Hace referencia a las irregularidades de una superficie continua, por diferentes formas y colores principalmente. Viene caracterizada por el grano (tamaño relativo de las irregularidades), densidad (grado de dispersión), regularidad (ordenación y distribución espacial de las irregularidades), y contraste, (diversidad de colorido y luminosidad).

Color: Hace referencia a la variedad e intensidad de los colores desde un punto observado en el paisaje.

Los componentes intrínsecos del paisaje son los factores del medio físico y biológico en que pueden degradarse un territorio, perceptibles a la vista (Escribano, 1987). Más concretamente, son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran (Aguiló et al., 1993). Estos componentes paisajísticos se suelen agrupar en las siguientes categorías (González Alonso et al., 1995):

1 Relieve y forma del terreno, su disposición y naturaleza (llanuras colinas, valles etcétera).

2 Formas de agua superficial (mares, ríos, lagunas etcétera).

3 Vegetación (distintas formas de tipos vegetales, distribución densidad, etcétera).

4 Estructuras o elementos artificiales introducidos (cultivos, carreteras, tendidos eléctricos, núcleos urbanos, etcétera).

5 Entorno adyacente, sitios con características similares al estudiado.

Mediante la apreciación de uno o varios observadores, estos componentes o factores pueden ser diferenciados por sus características básicas visuales (forma, color, etcétera).

A continuación, se describen cada uno de ellos para conocer la contribución que tiene sobre la calidad intrínseca de un paisaje:

Relieve y geomorfología:

El relieve constituye la base sobre la que se asientan los demás componentes del paisaje, por lo que ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, induciendo además cambios notables en la composición y amplitud de las vistas (Aguiló et al, 1993). Tres parámetros se consideran básicos para definir el relieve y la geomorfología de una unidad paisajista para valorar su calidad:

- **Complejidad topográfica:** A mayor complejidad y variedad topográfica mayor calidad del paisaje, ya que se le imprime más riqueza de formas y mayor posibilidad de obtener vistas distintas en función de la posición del observador.
- **Pendiente:** De igual forma, y junto con la complejidad topográfica, se considera que una pendiente pronunciada confiere mayor valor al paisaje que una zona llana o con pendientes muy suaves, que resulta más homogénea.
- **Formaciones geológicas relevantes:** La presencia de una de estas formaciones (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas, etcétera), cualquiera que sea su tipo y extensión, confiere al paisaje un cierto rasgo de singularidad.

Vegetación:

La vegetación desempeña un papel fundamental en la caracterización del paisaje visible, ya que constituye la cubierta del suelo, determina en gran medida la estructura espacial, e introduce diversidad y contraste en el paisaje (González Alonso et al, 1995). Para valorar de forma global su calidad se analizan los parámetros siguientes:

- **Grado de cubierta:** Se atribuye más calidad vegetal y por lo tanto paisajista a los mayores porcentajes de superficie cubiertos por la vegetación. La valoración de este parámetro puede realizarse de forma global para el conjunto de la vegetación o atribuyendo un valor global medio según los distintos estratos o especies presentes en la zona en cuestión.
- **Densidad de la vegetación:** Una mayor densidad de vegetación contribuye de modo positivo a la calidad. En este caso, al referirse la densidad al número de individuos presentes de una especie se realizará la valoración en función de las especies más importantes, obteniendo finalmente un valor global conjunto para todas ellas.
- **Distribución horizontal de la vegetación:** Se considera que la vegetación cerrada ofrece mayor calidad visual al paisaje que a la vegetación dispersa, en la que hay gran cantidad de terreno sin vegetación entre los individuos.
- **Altura del estrato superior:** Siguiendo la estratificación vertical en función de la altura según Cain y Castro (1959), se considera mayor calidad del paisaje a mayores alturas de estrato.
- **Diversidad cromática entre especies:** cuanta mayor riqueza cromática exista en una formación, mayor será la calidad visual.
- **Contraste cromático entre especies:** El contraste cromático está producido por la presencia de colores complementarios o de características opuestas.
- **Estimación de la alteración paisajística**
- Para la valoración de la afectación paisajística es necesario el análisis cualitativo y cuantitativo de los elementos del paisaje para determinar de esta forma la calidad intrínseca visual del paisaje.
- Este método propuesto por Andrés et al. (2000), propone valorar el grado de cambio producido en la calidad visual intrínseca del paisaje posteriormente se hace la ponderación por un factor de visibilidad.

Calidad intrínseca visual del paisaje:

Tomando en cuenta que la calidad ambiental de un factor se considera como el mérito del mismo para su conservación, y que dicho mérito depende de las características propias del factor y del grado de excepcionalidad de las mismas (Conesa, 1997), la calidad intrínseca visual del paisaje se ha determinado a partir de los elementos del paisaje descritos anteriormente (relieve, vegetación, etcétera), y de la singularidad de los mismos.

$$CI = \frac{Ve+Vs}{\text{Valoración máxima de calidad}} x100$$

Dónde:

CI= Calidad intrínseca visual del paisaje
Ve=Elementos o componentes básicos del paisaje
Vs= Singularidad de los elementos del paisaje

Los elementos o componentes básicos del paisaje (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos, etcétera) se han puntuado a una escala de 0 a 4 unidades de calidad según criterios propuestos por diversos expertos, así como la singularidad de los elementos que ha sido puntuada de la misma forma.

Es necesario que una vez determinados los valores de los criterios, aplicar la expresión anterior relativizando la valoración de los elementos y de la singularidad, al valor máximo de calidad del paisaje (84 unidades, correspondientes a 21 criterios o parámetros considerados en la valoración, por 4 unidades o valor máximo de calidad cada uno de ellos).

Cuenca visual de la actuación

La cuenca visual es la superficie de actuación que puede ser divisada por un observador desde un determinado punto (De Bolós et al. 1992). La determinación de dicha superficie pasa entonces por identificar aquellos puntos transitados exteriores desde lo que es posible la observación del área afectada y determinar desde ellos la superficie del área de actuación que se observa (cuenca visual de tipo externa).

La posibilidad de observar un mayor porcentaje del área de actuación, ante una potencial alteración de ésta, resaltará la percepción de dicho paisajístico, ya sea positivo o negativo.

Los valores de estos 4 parámetros de visibilidad han sido asignados teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Si la actuación no es visible desde ninguna zona o punto transitado, el factor de visibilidad tomaría el valor 0.5. Ello significa que la alteración producida en el paisaje no se ve resaltada por la visibilidad.

Si el área de actuación fuera visible desde alguna zona o punto transitado, el factor estaría entre un valor mínimo de 0.2 para condiciones más adversas de visibilidad (máxima distancia de observación, mínima frecuencia y cuenca visual) y, un valor máximo de 2 para las condiciones más favorables (mínima distancia de observación, máxima frecuencia y cuenca visual). En este caso se considera que el hecho de que exista visibilidad, aunque mínima, sobre la zona de actuación resaltaría una posible alteración sobre el paisaje.

Factor de visibilidad

El cambio que se produce en la calidad intrínseca del paisaje por la realización de un proyecto o de una actividad se verá agravado por el grado de visibilidad de la actuación. Este factor de visibilidad vendrá determinado por las condiciones visibles de las obras como los puntos de observación, la distancia de la observación, la frecuencia de la observación y la cuenca visual para ello es necesario aplicar la siguiente expresión:

$$Fv = A + B + C + D$$

Donde:

Fv = Factor de visibilidad
A= Puntos o zonas de observación
B= Distancia del punto de observación, al área de actuación
C=Frecuencia de observación
D= Cuenca visual de la actuación

A continuación, se presentan los criterios del factor de visibilidad:

Cuadro IV.130. Factor de visibilidad y valor de los criterios.

FACTOR DE VISIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN		VALOR SIN PROYECTO
Puntos observados	Área no visible desde zonas transitadas	0.5
	Área visible desde puntos o zonas transitadas	0.2
Distancia (observación)	Lejana (>800 m)	0.5
	Media (200-800)	0.3
	Próxima (0-200)	0.4
Frecuencia (observación)	Zonas de observación escasamente transitadas.	0.5
	Zonas de observación poco frecuentadas, de forma esporádica.	0.4
	Zonas de observación frecuentadas periódicamente.	0.3
	Zonas muy frecuentadas de forma continua	0.2
Cuenca visual	0 a 25%	0.5
	26 a 50%	0.4

FACTOR DE VISIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN		VALOR SIN PROYECTO
	51 a 75%	0.3
	76 a 100%	0.2

$$IP = CI\ (FV)$$

Dónde

IP= Índice de afectación paisajística

CI= Calidad visual intrínseca del paisaje

Fv= Factor de visibilidad

Finalmente, calculado el índice de alteración paisajística, categorizamos el paisaje en base al siguiente cuadro.

Cuadro IV.131. Criterios de categorización del paisaje.

ÍNDICE DE CALIDAD PAISAJÍSTICA	CATEGORIZACIÓN DEL PAISAJE
1 a 33	Mínimo (MI)
34 a 66	Ligero (L)
67 a 100	Medio (M)
100 a 200	Notable (N)

A continuación, se muestran los criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje, así como la singularidad de los mismos.

Cuadro IV.132. Criterios de valoración.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
Relieve	Complejidad topográfica	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy baja	0
	Pendiente	Muy escarpada: >50%	4
		Fuerte: 30-50 %	3
		Moderada: 20-30%	2
		Suave: 10-20%	1
		Llana o muy suave: <10%	0
	Formaciones geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes	4
		Ausencia de formaciones geológicas relevantes	0
Vegetación	Grado de cubierta	75-100%	4
		50-75%	3
		25-50%	2
		5-25%	1
		< 5%	0
	Densidad	Especie muy abundante	4
		Especie abundante	3
		Especie frecuente	2
		Especie escasa	1
		Especie muy escasa	0
	Distribución horizontal	Vegetación cerrada	4
		Vegetación abierta	2
		Vegetación dispersa	1
		Ausencia de vegetación	0
		Estrato de árboles altos: > 15 m	4

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
	Altura del estrato superior	Estrato de árboles intermedios: 8-15 m	3
		Árboles bajos y/o matorral alto: 3-8 m	2
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto: < 3 m	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
	Diversidad cromática	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy Baja	0
	Contraste cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes	4
		Acusado: variaciones de color acusadas	3
		Medio: alguna variación, pero no dominante	2
		Bajo: tonos apagados, poca variedad colores	1
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	0
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales	4
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados	3
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)	2
		Vegetación monocromática uniforme, con contrastes estacional nulo o muy bajo	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
Agua	Superficie de agua en vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos pantanos, etc.)	4
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)	3
		Presencia puntual de carga (fuentes, manantiales, etc.)	2
		No presencia de agua	0
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente	4
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año	3
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año	2
		Caudal sin presencia	1
		Sin caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas de apariencia limpia y clara	4
		Aguas algo turbias; poco transparentes, pero no sucias	3
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable	1
		Sin presencia aguas	0
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles	4
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles	3
		Ausencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesa, etc.)	4
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas	3
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad	2
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva	1
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	0
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas	4
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad	3
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad	2
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad	1
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	0
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras	4
		Construcciones tradicionales, integradas en el paisaje o con valor artístico	3
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas., repetidores)	1
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
	Explotaciones industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías	4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad	2
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	0
	R. Históricos culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso	4
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso	2
		Ausencia de cualquier valor	0
Entorno	Escenario adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio	4
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realizan de forma notable	3
		Similares a las del espacio estudiado	2
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo	1
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0
Singularidad de elementos del paisaje			
Rasgos paisajísticos singulares		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales	4
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes	3
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región	2
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región	1
		Ausencia de elementos singulares relevantes	0

En el siguiente cuadro se presenta la evaluación intrínseca del paisaje, el factor de visibilidad y el índice de afectación paisajística del sistema ambiental.

Cuadro IV.133. Calidad intrínseca del paisaje.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	1
	Pendiente	0
	F. Geológicas	0
Vegetación	Grado de cubierta	3
	Densidad	2
	Distribución horizontal	2
	Altura del estrato superior	3
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	3
	Estacionalidad	4
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	1
	Apariencia subjetiva del agua	0
	Existencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	2
	Densidad viaria	2
	Construcción infraestructura	0
	Explotaciones industriales o mineras	4
	R. Históricos-culturales	0
Entorno	Escenario adyacente	2
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		2
Total		**34**

Cuadro IV.134. Factor de visibilidad.

Factor de visibilidad de la actuación	Valor
Puntos observados	0.2
Distancia de observación	0.3
Frecuencia de observación	0.2

Factor de visibilidad de la actuación	Valor
Cuenca visual	0.4
Total	**1.1**

Cuadro IV.135. Índice de calidad del paisaje.

Índice de calidad paisajística	Valor
Calidad intrínseca del paisaje	34
Factor de visibilidad	1.1
Calidad paisajística	**37.4**
Categorización del paisaje	**Ligero**

Una vez analizado los diferentes elementos que comprende el sistema ambiental, se pudo determinar que el índice de calidad paisajística corresponde a un valor de 37.4, lo que representa una categorización ligera, de esta manera se establece que las características actuales del área en donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentran en una zona de perturbación en el ecosistema.

IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

De acuerdo con el marco Geoestadístico municipal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el AP se encuentra en el municipio de Ometepec, Guerrero. A continuación, se presentan los datos socioeconómicos del municipio.

MUNICIPIO DE OMETEPEC, GUERRERO.

UBICACIÓN

Ubicación geográfica, el municipio de Ometepec se localisa entre los paralelos 16° 30’ y 16° 48’ de latitud norte; los meridianos 98° 12’ y 98° 30’ de longitud oeste; altitud entre 0 y 1 200 m. Colinda al norte con los municipios de Igualapa, Tlacoachistlahuaca y Xochistlahuaca; al este con el municipio de Xochistlahuaca y el Estado de Oaxaca; al sur con el Estado de Oaxaca y el municipio de Cuajinicuilapa; al oeste con los municipios de Cuajinicuilapa, Azoyú e Igualapa. Ocupa el 0.95% de la superficie del estado. Cuenta con 114 localidades.

IV.2.4.1 DEMOGRAFÍA

POBLACIÓN

La población total de Ometepec en 2020 fue 68,207 habitantes, siendo 35,166 (51.6%) mujeres y 33,041 (48.4%) hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (7,439 habitantes), 15 a 19 años (7,269 habitantes) y 5 a 9 años (7,109 habitantes). Entre ellos concentraron el 32% de la población total.

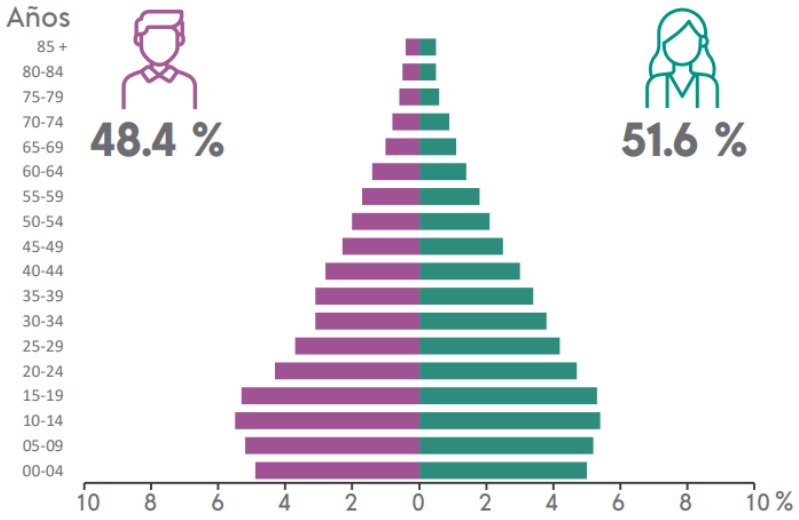


Imagen IV.30. Imagen de grafica poblacional del municipio de Ometepec, Guerrero.

EMPLEO

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Guerrero fue 58.4%, lo que implicó una disminución de 1.92 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (60.3%). La tasa de desocupación fue de 0.88% (13.5k personas), lo que implicó una disminución de 0.41 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.29%)

La población ocupada en Guerrero en el primer trimestre de 2025 fue 1.52M personas, siendo inferior en 2.86% al trimestre anterior (1.57M ocupados). El salario promedio mensual en el primer trimestre de 2025 fue de $5.46k MX siendo superior en $865 MX respecto al trimestre anterior ($4.59k MX).

En primer trimestre de 2025, Guerrero tuvo 1,520,453 ocupados. Las ocupaciones con más trabajadores durante el primer trimestre de 2025 fueron Trabajadores en el Cultivo de Maíz Y/O Frijol (179k), Empleados de Ventas, Despachadores y Dependientes en Comercios (87.7k) y Comerciantes en Establecimientos (86.7k)

VIVIENDA

El total de viviendas particulres habitadas es de 17,229, lo que representa el 1.8% del total estatal, el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.9 personas, del total de vivienas habitadas el 14.8% tienen el piso de tierra

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 2 y 1 cuartos, 33.1% y 24.8%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 45.5% y 37%, respectivamente.

En cuanto a la disponibilidad de servicios y equipamiento el 38.9% tiene agua entubada, 86.0% cuenta con drenaje, 87.7, tiene servicio de sanitario, 97.0% cuenta con energía eléctrica, el 47.8% tiene tinaco y el 43.9% cuenta con cisterna o aljibe.

IV.2.4.2 FACTORES SOCIOCULTURALES

Cultura indígena

En el municipio de Ometepec cuanta con una población de 20,200 habitantes que hablan alguna lengua índigena, lo que corresponde a 29.6% del total de la población de Ometepec.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Amuzgo (17,725 habitantes), Mixteco (2,269 habitantes) y Náhuatl (125 habitantes).

De acuerdo al plano de pueblos indígenas obtenido del Atlas de los pueblos indígenas de México en el municipio se encuentran distribuidos los pueblos indígenas de Amuzgo y Mixteco.

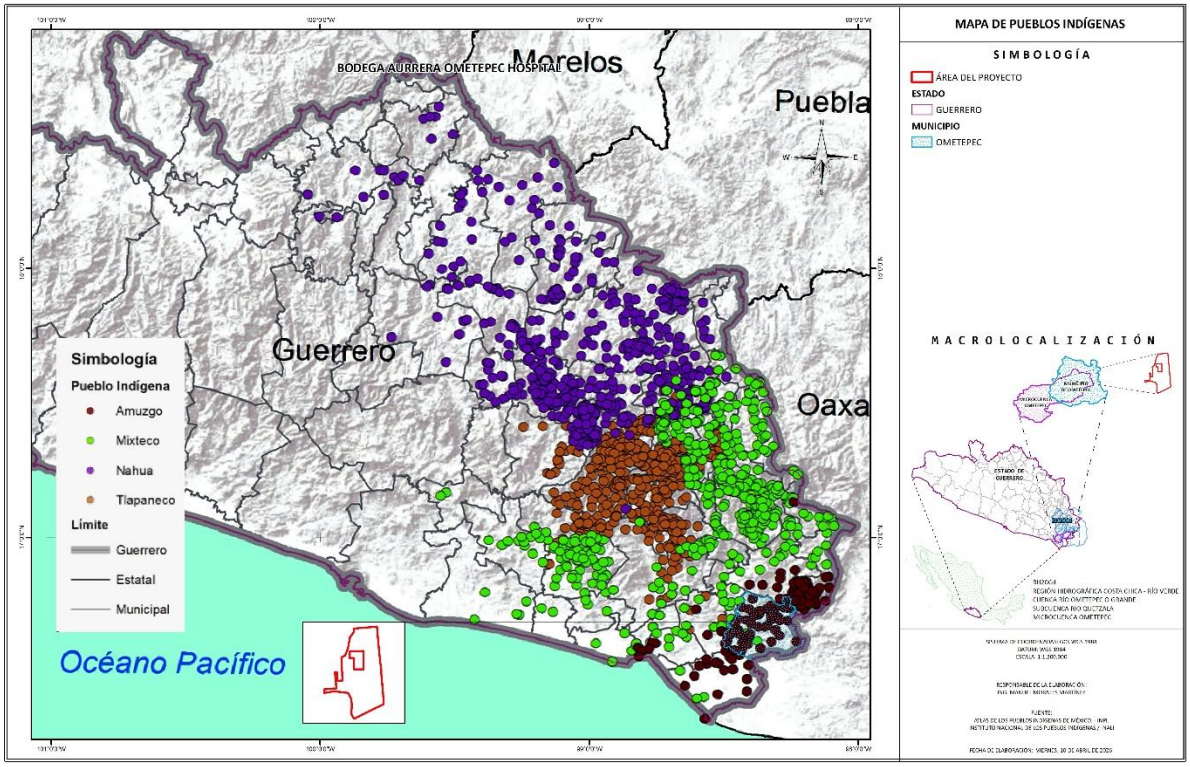


Figura IV.96 Pueblos indígenas presentes en el municipio de Ometepc.

IV.2.5 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

Una vez identificado y analizado los diferentes componentes del medio biótico y abiótico, así como del medio socioeconómico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. Se presenta el inventario ambiental, así como el diagnóstico ambiental el cual tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de alteración del entorno y el grado de conservación que existen en la zona en la cual se localiza el proyecto. Existen acciones que han deteriorado el ambiente, como lo son la superficie para agricultura, la extracción de madera y la ganadería extensiva.

Índice de Calidad Ambiental

Para conocer la calidad ambiental de cada factor dentro del SA, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa y así conocer la calidad ambiental del entorno. En cada uno de ellos se pretende abordar los factores que infieren de alguna manera en la calidad ambiental del sitio. A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta para determinar la calidad ambiental.

Cuadro IV.136. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Aire	Temperatura
	Precipitación
	Dirección del viento
	Velocidad del viento

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
	Complejidad topográfica
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Infraestructura

Cuadro IV.137. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Suelo	Relieve
	Fallas y fracturas
	Sismicidad
	Vulcanismo
	Erosión
	Capacidad productiva de los suelos
	Permeabilidad
	Degradación
	Grado de cobertura vegetal
	Uso del suelo
	Disposición de residuos
	Regiones terrestres prioritarias
	Complejidad topográfica

Cuadro IV.138. Indicadores para determinar el índice de calidad del agua.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Agua	Permeabilidad
	Distancia a cuerpos y corrientes de agua
	Apariencia subjetiva del agua
	Uso de la corriente de agua (aguas arriba)
	Uso de la corriente de agua (aguas abajo)
	Acuíferos
	Disponibilidad de aguas subterráneas
	Pozos de agua
	Infraestructura hidráulica
	Infraestructura sanitaria
	Regiones hidrológicas prioritarias

Cuadro IV.139. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Flora y fauna	Tipo de vegetación
	Tasa de cambio de uso de suelo
	Especies protegidas de flora
	Especies protegidas de fauna
	Áreas naturales protegidas
	Regiones terrestres prioritarias
	Regiones hidrológicas prioritarias
	Áreas de importancia para la conservación de aves
	Programas de ordenamiento ecológico general del territorio
	Diversidad de flora
	Diversidad de fauna
	Complejidad topográfica
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Cuerpos de agua
	Corrientes de agua

Cuadro IV.140. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Socioeconómico	Población económicamente activa
	Alfabetización
	Porcentaje de población ocupada
	Grado de marginación
	Actividades socioeconómicas
	Pueblos indígenas
	Educación
	Salud

Después de establecer los factores se les asignó un valor en base a sus características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo de calidad ambiental y el 1 el mínimo. Posteriormente se obtuvo el porcentaje que representa el valor de calidad con respecto al nivel máximo de calidad ambiental. La interpretación del valor final del índice de calidad ambiental, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será cien y el mínimo cero, correspondiendo los valores más altos a la situación ambiental más positiva. Para ello se realizó una clasificación dividida en 5, donde la clase 1 incluye valores de 1 al 10, en la cual se toma como criterio una valoración de la calidad ambiental como baja, la clase 2, de 11 a 20 con una valoración de moderadamente baja, la 3 entre 21 y 30 con valoración de media o intermedia, la 4 entre 31 y 40 como moderadamente alta y la 5 entre 41 y 51 como de calidad ambiental alta.

Después de obtener el índice de calidad ambiental respectivo se determinó su categorización con base en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.141. Categroización de la calidad ambiental obtenida.

CLASE	RANGO	CATEGORÍA
1	01-oct	Baja
2	nov-20	Moderadamente Baja
3	21-30	Media
4	31-40	Moderadamente Alta
5	41-51	Alta

A continuación, se presenta la valoración de cada uno de los factores analizados para conocer su calidad ambiental.

Cuadro IV.142. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo.

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
Suelo	**A. Complejidad topográfica**	1	2	3	
	Alta	●			3
	Media		●		
	Baja			●	
	B. Relieve	1	2	3	
	Fuerte (> 50%)	●			3
	Moderada (entre 20 a 50 %)		●		
	Baja (<20%)			●	
	C. Fallas y fracturas	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km a fallas o fracturas			●	3
	Distancia menor de 1 Km a fallas o fracturas	●			
	D. Sismicidad	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona sísmica		●		2
	El sitio no se ubica en zona sísmica			●	
	E. Vulcanismo	1	2	3	
	Distancia mayor de 1 Km de aparatos volcánicos			●	3
	Distancia menor de 1 Km de aparatos volcánicos	●			
	F. Erosión	1	2	3	

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto se encuentra erosionada	●			1
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto no se encuentra erosionada			●	
	G. Capacidad Productiva de los Suelos	1	2	3	
	Suelos Productivos			●	3
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	2
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	
	Suelo con degradación	●			1
	Suelo sin degradación			●	
	J. Grado de Cubierta Vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	K. Uso de Suelo	1	2	3	
	Urbano (Industrial, comercial, servicios, habitacional)	●			3
	Agropecuario		●		
	Vegetación Natural			●	
	L. Disposición de Residuos	1	2	3	
	La zona cuenta con relleno sanitario			●	1
	La zona no cuenta con relleno sanitario	●			
	M. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una RTP			●	1
	No se encuentra dentro de una RTP	●			
Total					**29**
Valor mínimo					**13**
Valor máximo					**39**
Calidad Ambiental Suelo					**29**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.143. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Agua	**A. Precipitación (mm/año)**	1	2	3	
	La precipitación es menor de 1,200	●			2
	La precipitación es entre 1,200 a los 3,500		●		
	La precipitación es mayor de 3,500			●	
	B. Precipitación (días/año)	1	2	3	
	En la zona llueve menos de 100	●			1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	C. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua	1	2	3	
	Mayor de 1 Km			●	1
	Menor de 1 Km	●			
	E. Apariencia subjetiva del agua	1	2	3	
	Aguas de apariencia limpia y clara			●	2
	Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable o ausencia de cuerpo de agua	●			
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	G. Uso del Cuerpo de Agua (aguas abajo)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	H. Acuíferos	1	2	3	
	La zona se ubica sobre un acuífero			●	3
	La zona no se ubica sobre un acuífero	●			
	I. Disponibilidad de Aguas Subterráneas	1	2	3	
	Existe disponibilidad de agua subterránea			●	1
	No existe disponibilidad de agua subterránea	●			
	J. Pozos de agua	1	2	3	
	Se encuentra en zona de concentración de pozos de agua	●			3
	No se encuentra en zona de concentración de pozos de agua			●	
	K. Infraestructura hidráulica	1	2	3	
	La zona cuenta con red de agua potable			●	3
	La zona no cuenta con red de agua potable	●			
	L. Infraestructura Sanitaria I	1	2	3	
	La zona cuenta con red de drenaje sanitario			●	3
	La zona no cuenta con red de drenaje sanitario	●			
	M. Infraestructura Sanitaria II	1	2	3	
	La zona cuenta planta de tratamiento de aguas residuales			●	1
	La zona no cuenta planta de tratamiento de aguas residuales	●			
	N. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	La zona se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	1
	La zona no se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
Total					**30**
Valor mínimo					**14**
Valor máximo					**42**
Calidad Ambiental del Agua					**32**
Categorización					**Medio**

Cuadro IV.144. Determinación del índice de calidad ambiental del factor aire.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3	
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			3
	La temperatura máxima promedio anual es entre 10 y 26°C			●	
	La temperatura máxima promedio anual es mayor a 26° C		●		
	B. Precipitación total anual (mm/año)	1	2	3	
	La precipitación total anual es menor de 1,200	●			2
	La precipitación total anual es entre 1,200 a los 3,500		●		
	La precipitación total anual es mayor de 3,500			●	
	C. Precipitación (días/año)	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	En la zona llueve menos de 100	●			1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	D. Dirección del viento	1	2	3	
	La dirección dominante del viento es hacia zonas pobladas	●			3
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●	
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3	
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10		●		2
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10			●	
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5	●			
	F. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			3
	Media		●		
	Baja			●	
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	H. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	I. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			2
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	J. Infraestructura	1	2	3	
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			1
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●	
Total					**21**
Valor mínimo					10
Valor máximo					30
Calidad Ambiental Atmosférica					**21**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.145. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Flora y fauna	**A. Tipo de Vegetación**	1	2	3	
	El sistema ambiental regional cuenta con menos del 30 % de vegetación natural	●			1
	El sistema ambiental regional cuenta del 31 % al 60 % de vegetación natural		●		
	El sistema ambiental regional cuenta con más del 61 % de vegetación natural			●	
	B. Tasa de cambio de uso de suelo	1	2	3	
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es menor al 30 %			●	3
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es entre 31 % al 60%		●		
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es mayor al 61 %	●			
	C. Especies Protegidas de flora	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	3
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	D. Especies Protegidas de fauna	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	3
	No se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	●			
	E. Áreas Naturales Protegidas	1	2	3	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	Esta dentro de un Área Natural Protegida			●	1
	No está dentro de un Área Natural Protegida	●			
	F. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Terrestre Prioritaria			●	1
	No está dentro de una Región Terrestre Prioritaria	●			
	G. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	Esta dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	3
	No está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
	H. Ares de importancia para la conservación de aves	1	2	3	
	Esta dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves			●	1
	No está dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves	●			
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una política ambiental de conservación			●	1
	Se encuentra dentro de una política ambiental de aprovechamiento		●		
	Se encuentra dentro de una política ambiental de restauración	●			
	J. Diversidad de flora	1	2	3	
	La diversidad de flora es alta			●	2
	La diversidad de flora es media		●		
	La diversidad de flora es baja	●			
	K. Diversidad de Fauna	1	2	3	
	La diversidad de fauna es alta			●	2
	La diversidad de fauna es media		●		
	La diversidad de fauna es baja	●			
	L. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			1
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	N. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	O. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			2
	El sitio se ubica en zona urbana		●		
	El sitio se encuentra en zona rural			●	
	P. Cuerpos de agua	1	2	3	
	Existencia de cuerpos de agua intermitentes	●			1
	Existencia de cuerpos de agua perennes			●	
	Q. Corrientes de agua	1	2	3	
	Existencia de corrientes de agua intermitentes	●			1
	Existencia de corrientes de agua perennes			●	
Total					**30**
Valor mínimo					**17**
Valor máximo					**51**
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					**30**
Categorización					**Medio**

Cuadro IV.146. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Socioeconómico	**A. Población Económicamente Activa (PEA)**	1	2	3	
	PEA es menor del 30% de la población total	●			2
	PEA es entre 31% al 60% de la población total		●		
	PEA en mayor del 61% de la población total			●	
	B. Alfabetización	1	2	3	
	Porcentaje de población alfabetizada menor al 30 % de la población total			●	3
	Porcentaje de población alfabetizada entre el 31 % al 60 % de la población total		●		
	Porcentaje de población alfabetizada mayor al 61% de la población total	●			
	C. Porcentaje de población ocupada	1	2	3	
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es mayor del 50%			●	3
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es menor del 50%	●			
	D. Grado de Marginación	1	2	3	
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es alto o muy alto	●			2
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es medio		●		
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es bajo o muy bajo			●	
	E. Actividades socioeconómicas	1	2	3	
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
	F. Pueblos Indígenas	1	2	3	
	El porcentaje de población indígena en el municipio es mayor del 40%			●	2
	El porcentaje de población indígena en el municipio es menor del 40%		●		
	No existe población indígena en el municipio	●			
	G. Educación	1	2	3	
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es medio superior			●	3
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es básico	●			
	H. Salud	1	2	3	
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de unidades médicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
Total					**17**
Valor mínimo					**8**
Valor máximo					**24**
Calidad Ambiental Socioeconómica					**17**
Categorización					**Moderadamente bajo**

A continuación, se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento.

Cuadro IV.147. Resumen del índice de calidad ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	21	Medio
Suelo	2	Medio
Agua	30	Medio
Flora y fauna	30	Medio
Socioeconómico	17	Moderadamente – Bajo

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a moderadamente bajo, siendo el factor socioeconómico el que presenta la categoría de moderadamente bajo, teniendo que el resto de las categorías se estiman como medio.

A partir de conocer la situación en la cual se encuentran los diferentes factores ambientales y que tienen relación con el proyecto, se realizará posteriormente la identificación y evaluación de los impactos ambientales para conocer el grado de incidencia que tendrá el proyecto sobre los diferentes factores. Como se mencionó anteriormente el área de estudio en general presenta una calidad ambiental media a moderadamente baja, por lo que se tendrán que realizar diferentes actividades con el fin no reducir la calidad ambiental que actualmente presenta el sitio.

Diagnóstico ambiental en el área de influencia

Respecto al diagnóstico ambiental en el área de influencia se hace mención que presenta condiciones similares en cuanto a la calidad ambiental de los diferentes factores que, en el sistema ambiental, a continuación, se realiza una descripción de las condiciones de los principales factores ambientales encontrados en el área de influencia.

Suelo

De acuerdo a los diferentes criterios utilizados para la valoración de la calidad ambiental como los siguientes; topográfico, relieve, permeabilidad, sismicidad, vulcanismo y fallas o fracturas, estos factores se encuentran bajo condiciones similares que el sistema ambiental, en el factor de erosión existe una pequeña variación, siendo catalogada en general como ligera o alta tanto en el SA, AI y AP, ya que los tres factores posen las mismas condiciones y características de deterioro y/o conservación. Por otra parte, podemos mencionar que se contemplan obras de conservación de suelos que propician una reducción de la erosión, es así que no se presentara un deterioro en cuanto a la calidad del suelo.

Agua

Respecto a este elemento podemos decir que al igual que en el AP la corriente de agua presente en el AI ya no se encuentra, ya que la carretera forma una barrera por lo que los impactos no tendrán alcance sobre alguna corriente de agua. En caso dado de perturbar algún elemento, se aplicarán las medidas emergentes correspondientes tomando en cuenta la reducción de impactos ambientales.

Aire

En el aspecto atmosférico podemos decir que en el área de influencia la mayor superficie esta predominada por el tipo de uso de suelo urbano construido, por lo que se puede decir que ya existe una afectación por los automóviles que desprenden gases de efecto invernadero a causa de la quema de combustibles fósiles.

Flora y fauna

Como ya se mencionó anteriormente, la mayor parte del área de influencia se encuentra provista de con un uso de suelo urbano construido. En el aspecto faunístico para el área del proyecto se tienen especies con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, dentro de las medidas contra impactos se propone el ahuyentamiento, rescate y reubicación de todo individuo que se encuentre dentro del AP y AI y que pudiese verse afectado.

En cuanto a flora, todas las especies encontradas dentro de la zona de interés están debidamente representadas en el área de influencia y sistema ambiental y ninguna de ellas con categoría de riesgo. Es así como podemos decir que la calidad de flora y fauna para esta área se determina como buena.

Nota: Se anexa cartografía del documento en el CAPÍTULO VIII (ANEXO 14. CARTOGRAFÍA POR CAPITULO).

IV.3 BIBLIOGRAFÍA

[i] SMN. 2010. Normales Climatológicas por Estación. Servicio Meteorológico Nacional. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=gro. fecha de consulta marzo 2026.

[ii] Ley, 2012. Ley General de Protección Civil. Última reforma publicada en el DOF 23-06-2017. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaria de Servicios Parlamentarios.

[iii] Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED. Consultado en 06 de febrero de 2018: www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/

[iv] Matteucci S,D. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. *Serie de biología*. No. 22. Argentina. 165 pp.

[v] McRoberts, R.E., Tomppo, E.O. y Czaplewski, R.L. 1992. Diseños de Muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. En Antología de Conocimiento para la Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. Roma. FAO Recuperado de https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

[vi] Ferro-Díaz, J. 2015. Manual revisado de métodos útiles para el muestreo y análisis de la vegetación. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA), CITMA Pinar del Río, Cuba.

[vii] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[viii] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.

[ix] Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia. PDF. Consultado el 05/11/24.

[x] Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM. PDF. Consultado el 06/11/24.

[1] Comisión Nacional Forestal. 2011. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Manual y Procedimientos para Muestreo en Campo. Re-muestreo 2011. PDF. Consultado el 05/11/24.

[2] Estrada, E. Pando, M. Jiménez, J. Jurado, E. Manzano, M. 2003. El Matorral Submontano en el Estado de Nuevo León. XII World Forestry Congress. Québec, Cánada. Consultado el 24/10/24. Enlace de consulta: https://www.fao.org/4/XII/0401-B1.htm#:~:text=El%20término%20“matorral%20submontano”%20fue,de%20composición%20florística%20netamente%20neotropical.

[3] Comisión Nacional Forestal. Publicaciones Estatales del Primer Inventario Nacional Forestal (INF). 1961-1985. Archivo excel. Consultado el 25/10/24.

[xi] Conabio. (s. f.). EncicloVida. EncicloVida. https://enciclovida.mx/

[xii] INaturalist Mexico. (s. f.). iNaturalist Mexico. https://mexico.inaturalist.org/

[xiii]https://checklist.cites.org/#/es/search/country_ids%5B%5D=138&output_layout=alphabetical&level_of_listing=0&show_synonyms=1&show_author=1&show_english=1&show_spanish=1&show_french=1&scientific_name=&page=1&per_page=20

[xiv] Diario Oficial de la Federación (2019) NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0 (05-11-2024).

[xv] Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

[xvi] Molina F., Farinós M. 1997. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de
comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. Pp. 1-10.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 1
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 7
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 8
V.4. CONCLUSIONES 35
V.5. BIBLIOGRAFÍA 36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V.1. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales. 1
Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales. 3
Cuadro V.3. Escala de evaluación utilizada en la matriz de Leopold (modificada) para la identificación de impactos ambientales. 4
Cuadro V.4. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales. 5
Cuadro V.5. Resultados de la matriz de doble entrada. 6
Cuadro V.6. Lista indicativa de indicadores de impacto. 7
Cuadro V.7. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003). 8
Cuadro V.8. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010). 8
Cuadro V.9. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación. 9
Cuadro V.10. Descripción y valoración de los atributos para la acumulación. 9
Cuadro V.11. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia. 9
Cuadro V.12. Tipificación de impactos 10
Cuadro V.13. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio. 11
Cuadro V.14. Valores de infiltración con y sin proyecto. 15
Cuadro V.15. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de agua. 16
Cuadro V.16. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire. 17
Cuadro V.17. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto. 18
Cuadro V.18. Índice de calidad del aire con y sin proyecto. 19
Cuadro V.19. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire. 19
Cuadro V.20. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire. 21
Cuadro V.21. Nivel de presión sonora que se tendrá con y sin proyecto. 22
Cuadro V.22. Nivel de ruido diversos. 22
Cuadro V.23. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido. 22
Cuadro V.24. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro. 24
Cuadro V.25. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto). 24
Cuadro V.26. Clase de degradación con base en la erosión hídrica. 24
Cuadro V.27. Clase de degradación con base en la erosión eólica. 24
Cuadro V.28. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación. 25
Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión. 26
Cuadro V.30. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 26
Cuadro V.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 27
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 27
Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación. 28
Cuadro V.34. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 29

Cuadro V.35. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 29
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 30
Cuadro V.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat. 31
Cuadro V.38. Valoración del paisaje. 31
Cuadro V.39. Cantidad de habitantes por superficie. 32
Cuadro V.40. Valoración subjetiva del paisaje. 32
Cuadro V.41. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales. 33
Cuadro V.42. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos. 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Naturaleza de los impactos de acuerdo con la matriz de causa – efecto. 6
Figura V.2. Determinación de unidades homogéneas. 13
Figura V.3. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas. 14
Figura V.4. Calidad ambiental en función a la infiltración con y sin proyecto. 16
Figura V.5. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto. 20
Figura V.6. Nivel de presión sonora emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental). 21
Figura V.7. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto. 23
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto. 25
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto. 28
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto. 30

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Después de señalar la descripción de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto en el capítulo II, además del análisis de las condiciones actuales que se presentan en el Sistema Ambiental (SA) y en la superficie del Área del Proyecto (AP), presentado en el Capítulo IV, los cuales representan una línea base en la cual se describen el medio abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico, en el presente capítulo se llevará a cabo la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que podría generar el desarrollo del proyecto en el sitio y en el Sistema ambiental.

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, en el capítulo siguiente se establecerán medidas de prevención, mitigación y/o compensación para evitar los efectos adversos que se produzcan por el desarrollo del proyecto.

Es importante destacar que este estudio se presenta para ser evaluado por la actividad de cambio de uso de suelo, que contempla las actividades de **desmonte, extracción de materias primas y despalme,** actividades generadoras de impactos a evaluarse.

V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Existen diferentes metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales, la elección del método dependerá de las dimensiones de cada proyecto, así como la cantidad de impactos que pudieran generarse durante su desarrollo en el entorno.

Para la identificación de los impactos se utilizó la información señalada en el capítulo II referente a las obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto (cambio de uso de suelo), así como la información del capítulo IV sobre las condiciones actuales de los diferentes factores ambientales y que podrán ser impactados con las obras y/o actividades que se pretenden llevar a cabo, tomando de base la metodología propuesta por Gómez Orea (2003).

Como primera fase, se realizó una lista de chequeo para identificar los emisores de impacto, es decir, las actividades que generarán impactos durante la ejecución del proyecto, a su vez, se señalaron los posibles receptores de los impactos, los cuales corresponden a los factores que se encuentran en el ambiente y que fueron descritos en el capítulo anterior. A continuación, se presenta la lista de chequeo:

Cuadro V.1. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales.

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	**Actividades**	**Medio**	**Factor**	**Subfactor**
CAMBIO DE USO DE SUELO	Desmonte Extracción de materias primas Despalme	Abiótico	Agua	Infiltración
			Aire	Calidad
				Ruido
			Suelo	Erosión
		Biótico	Flora	Diversidad
				Cobertura vegetal
				Abundancia
			Fauna	Diversidad
				Abundancia

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	**Actividades**	**Medio**	**Factor**	**Subfactor**
		Perceptual	Paisaje	Incidencia visual
				Calidad del paisaje
		Económico	Empleo	Empleo

Una vez que se identificaron los emisores y posibles receptores de impacto, se elaboró una matriz de interacciones en la cual, se coloraron en las columnas las actividades a realizar y en las filas los factores ambientales, de esta forma se identificaron las interacciones y/o posibles impactos que el proyecto podrá generar. A continuación, se presenta la matriz generada para el proyecto:

Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema Ambiental												
		Físico natural												Socioeconómico
		Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico
		Agua	Aire		Suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo
		Infiltración	Calidad	Ruido	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Desmonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*						*	*	*	*

De la matriz anterior, sabemos que fue realizada y analizada con 13 principales emisores de impactos colocados en las columnas y 3 elementos receptores de impactos en las filas, lo que generó un total de 39 interacciones, de las cuales 28 tendrán un efecto por el desarrollo del proyecto y 11 no tuvieron un posible efecto identificado.

V.1.2. MATRIZ DE CAUSA - EFECTO

La matriz de Leopold (Leopold et al., 1971), diseñada a raíz de la evaluación del impacto ambiental de una mina de fosfatos en California, tiene carácter pionero en la materia, por lo que ha sido utilizada profesionalmente y como precedente para otros proyectos.

La matriz no es propiamente un modelo para realizar estudios de impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así, la matriz de Leopold solo tiene sentido cuando va acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control (Gómez, 2013). En suma, se trata de una matriz de relación causa efecto que añade a su papel en la identificación de impactos, la posibilidad de mostrar la estimación de su valor cualitativo, valor que será estimado cuantitativamente empleando los criterios propuestos por Bojórquez et al. (1998).

En este caso, los componentes ambientales (cuyos factores fueron identificados anteriormente), que se consideran susceptibles a ser afectados por el proyecto, son:

- ✓ Agua
- ✓ Aire
- ✓ Suelo
- ✓ Flora
- ✓ Fauna
- ✓ Paisaje

Los valores que se colocan en las celdas de la matriz pueden ser estimaciones cualitativas o cuantitativas de estas relaciones causa-efecto. Con esto se busca, en primera instancia determinar las actividades que pudieran causar un efecto positivo o negativo en la realización del proyecto, para posteriormente valorar sus impactos y determinar el grado de importancia de cada uno de ellos, para proponer medidas de mitigación.

A continuación, se presenta la escala de evaluación que se utilizará para la matriz de causa-efecto del proyecto:

Cuadro V.3. Escala de evaluación utilizada en la matriz de Leopold (modificada) para la identificación de impactos ambientales.

PARÁMETRO	SÍMBOLO
Adverso significativo	**A**
Adverso poco significativo	**a**
Benéfico significativo	**B**
Benéfico poco significativo	**b**
TOTAL	

Los métodos matriciales incorporan un listado de **actividades del proyecto** o acciones con una lista de condiciones ambientales o **características que podrían ser afectadas**. Por lo que, al combinar las listas de chequeo anteriormente realizadas, se consigue una matriz para la identificación de las relaciones causa-efecto (impactos) entre actividades específicas y los factores ambientales, la cual se presenta a continuación y en la que se presentan como impactos los posibles cambios que realizarían las actividades del proyecto en los atributos/factores ambientales.

Cuadro V.4. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales.

Fases del proyecto / Elementos		Sistema Ambiental													Impactos adversos	Impactos benéficos	Evaluación total
		Físico natural												Socioeconómico			
		Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico			
		Agua	Aire		suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo			
		Infiltración	Calidad	Ruido	Erosión	Diversidad	Cobertura	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo			
Cambio de uso de suelo	Desmonte	**A**	**a**	**a**	**a**	**A**	**A**	**A**	**A**	**A**	**A**	**a**	**a**	**b**	12	1	13
	Extracción de materias primas	**A**	**a**	**a**	**a**							**a**	**a**	**b**	6	1	7
	Despalme	**A**	**a**	**a**	**A**						**A**	**a**	**a**	**b**	7	1	8
Impactos adversos		3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	3	3	0	25		
Impactos benéficos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		3	
Evaluación total		**3**	**3**	**3**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**3**	**3**	**3**			**28**

Es importante tomar en cuenta que el cuadro anterior se desarrolló con base al análisis perceptivo y crítico de un grupo de expertos con experiencia, para determinar objetivamente (evitando el llenado por completo de la matriz) la existencia o no de un impacto adverso o benéfico, en cualquiera de los casos, significativo o no significativo, en relación con las actividades del proyecto.

De acuerdo con la Matriz de Leopold (modificada), se identificaron 25 interacciones negativas, y 3 interacciones positivas, entre las acciones del proyecto y los factores ambientales. En lo que corresponde a los impactos negativos de carácter significativo, suman 11 interacciones. El resumen de los resultados de la matriz de doble entrada, se presentan en el siguiente cuadro y en la siguiente figura:

Cuadro V.5. Resultados de la matriz de doble entrada.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	SUMA	%	%
Adverso significativo	A	11	39%	89%
Adverso poco significativo	a	14	50%	
Benéfico significativo	B	0	0%	11%
Benéfico poco significativo	b	3	11%	
TOTAL		28	100%	100%

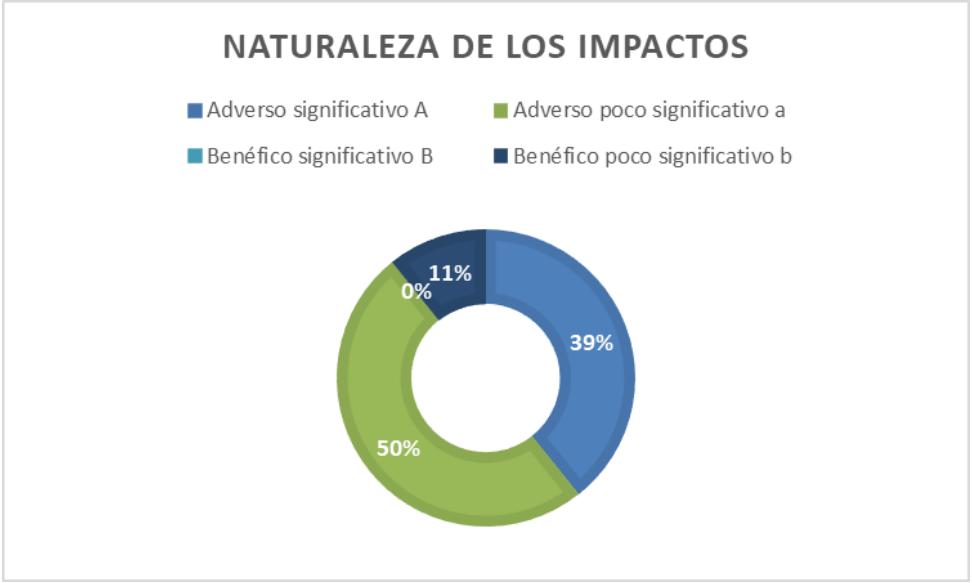


Figura V.1. Naturaleza de los impactos de acuerdo con la matriz de causa – efecto.

Estos resultados se tomaron en consideración para su valoración en los siguientes apartados.

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO

Un indicador de impacto es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por agente de cambio (Ramos, 1987). Estos indicadores son las partes del ambiente que pueden ser afectables o susceptibles de modificación, deterioro o transformación y permiten identificar y en lo posible estimar, ya sea cualitativa o cuantitativamente, los efectos producidos por una actividad.

El propósito de los indicadores es identificar los posibles cambios que ocasionaría el desarrollo de un proyecto. Algunos de los criterios para elegir los indicadores de impacto se enlistan a continuación:

- Tener representatividad del entorno afectado
- Ser relevantes (que contengan información que permitan conocer la importancia y magnitud del impacto)
- Excluyentes (que no exista superposición de indicadores)
- Identificables (que sean de fácil identificación)
- Cuantificables (que sean susceptibles a ser medibles)

V.2.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

Los indicadores de impacto se presentan en el siguiente cuadro, su determinación se realizó a partir de los factores ambientales, específicamente de los subfactores ambientales que tienen mayor representatividad y relevancia dentro del sitio, así como de aquellos factores que podrían ser afectados durante las diferentes etapas del proyecto.

Cuadro V.6. Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	SIGNO
Abiótico	Agua	Infiltración	Pérdida de agua	-
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	-
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	-
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	-
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	-
		Cobertura vegetal		-
		Abundancia		-
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	-
		Abundancia		-
		Hábitat		
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	-
		Calidad del paisaje		-
Económico	Empleo	Empleo	Ingresos económicos	+

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez que se identificaron los impactos que se generarán por el desarrollo del proyecto, se realizó la valoración cuantitativa de cada uno de ellos, para esto, se utilizó la metodología propuesta por Gómez Orea (2003), que consiste en calcular el índice de incidencia o importancia, que a su vez refiere la severidad y forma de alteración de cada uno de los impactos y es definida por una serie de atributos que caracterizan dicha alteración.

En este apartado se caracterizan los atributos, en este caso la sinergia, a modo de graduar la intensidad de la misma dentro del proyecto.

Dentro de la metodología propuesta por Gómez Orea (2003) el atributo de sinergia presenta la siguiente tipificación:

Cuadro V.7. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3

Sin embargo, de acuerdo al cuadro anterior, la tipificación puede resultar confusa, dado que se establece la idea de que existen impactos sinérgicos al tipificar como “leve” a la menor magnitud, asignándole un valor de 1 (aspecto que corresponde al presente proyecto).

De modo similar, se presenta la tipificación propuesta por Conesa (2010), de igual manera, para la sinergia:

Cuadro V.8. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Sin sinergismo o simple	1
	Sinergismo moderado	2
	Muy sinérgico	3

Tomando en cuenta el cuadro anterior, se puede observar que para dicho atributo existe el mismo número de caracteres que el establecido por Gómez Orea (2003) y que se valora el sinergismo de manera similar, es decir que, los códigos (valores) crecen conforme el sinergismo crece.

Por lo tanto, para este estudio se tomaron los caracteres de los atributos establecidos por Conesa (2010) para el sinergismo, pero con los mismos códigos (valores) establecidos por Gómez Orea (2003), resultando más claras las magnitudes e intensidades del atributo, como se presenta a continuación:

Cuadro V.9. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación.

Atributo	Descripción	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.	Sin sinergismo o simple	1
		Sinergismo moderado	2
		Muy sinérgico	3

Para el caso de los impactos acumulativos, la metodología propuesta establece lo siguiente:

Cuadro V.10. Descripción y valoración de los atributos para la acumulación.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Acumulación	Efecto simple: es el que manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, acumulativos ni sinérgicos.	Simple	1
	Efecto acumulativo: es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Acumulativo	3

Es necesario mencionar, de acuerdo a Conesa (2010), dentro de la interrelación de acciones y/o efectos **acumulativos y/o sinérgicos,** un impacto **simple** es:

> *"Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia (no hay efectos acumulativos), nos encontramos ante un caso de acumulación simple, valorándose como 1".* (Gómez Orea Domingo y Gómez Villarino Ma. Teresa, Mundi-Prensa, 2013 pp.304).

Por lo que, para la evaluación de los impactos que se realizó en este proyecto, se tomó como base esta definición, concluyendo que los impactos con **VALORES DE 1 NO CONTEMPLAN SINERGIA NI ACUMULACIÓN.**

Dentro de la evaluación de impactos, se presentan los siguientes atributos para el cálculo del índice de incidencia:

Cuadro V.11. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Signos del efecto	Se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial.	Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	x
Inmediatez (Inm)	Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental.	Directo	3
	Efecto indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.	Indirecto	1
Acumulación (A)	Efecto imple es el que manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos.	Simple	1
	Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Acumulativo	3
Sinergia (S)	Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.	Sin sinergismo o simple	1
		Sinergismos moderados	2

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
		Muy sinérgico	3
Momento (M)	Efecto a corto plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual.	Corto	3
	Efecto a medio plazo es el que se manifiesta antes de cinco años.	Medio	2
	Efecto a largo plazo es el que se manifiesta en un período mayor de cinco años.	Largo Plazo	1
Persistencia (P)	Efecto temporal supone una alteración que permanece un tiempo determinado.	Temporal	1
	Efecto permanente supone una alteración de duración indefinida.	Permanente	3
Reversibilidad (R)	Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o sólo después de muy largo tiempo.	A corto plazo	1
		A medio plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad (Rc)	Efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural humana, mientras no lo es el irrecuperable.	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Continuidad (C)	Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo.	Continuo	3
	Efecto discontinuo se manifiesta la alteración de forma intermitente o irregular.	Discontinuo	1
Periodicidad (Pr)	Efecto periódico es el que se manifiesta de forma de forma cíclica o recurrente.	Periódico	3
	Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	Irregular	1

La valoración cuantitativa del cuadro anterior presenta una descripción para cada uno de los atributos, tomando una escala numérica en la que el valor 1 representa la mínima afectación o el panorama más benéfico, mientras que el 3 representa la máxima afectación o el panorama más desolador para el factor ambiental evaluado.

V.3.1. ÍNDICE DE INCIDENCIA

El índice de incidencia varía entre 0 y 1. A continuación, se presenta la metodología para su estimación:

- ✓ **Primero:** Tipificar las formas en que se puede describir cada atributo; ejemplo, momento: inmediato, medio o largo plazo, recuperabilidad: fácil, regular, difícil, etc.
- ✓ **Segundo:** Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; así para los ejemplos anteriores, momento: inmediato, 3, medio plazo, 2 y largo plazo, 1; recuperabilidad: fácil, 1, regular, 2, difícil, 3.
- ✓ **Tercero:** Aplicar una función, suma ponderada (u otra), para obtener un valor. La expresión que se genera consiste en la suma ponderada de los códigos (que tienen una carga cuantificada) de los atributos ponderados.

A continuación, presentan algunos ejemplos de dichas expresiones las cuales se denominan típica, ponderada y simple:

Cuadro V.12. Tipificación de impactos

Simple	***Incidencia= I+A+S+M+P+R+RV+PD+C***
Ponderada	***Incidencia= 3I+2A+S+M+P+3R+Rv+PD+C***

- ✓ **Cuarto:** Estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos mediante la expresión:

$$I_{std}\,\frac{(I - I_{\text{mín}})}{(I_{máx} - I_{mín})}$$

Donde:

I_{std} = el valor de incidencia estandarizado, obtenido por un impacto.

$I_{máx}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.

$I_{mín}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.

De acuerdo a las características propias del proyecto, la expresión que se manejó para el cálculo de la incidencia ponderada es la siguiente:

I=3I+A+S+2M+P+3R+Rv+2PD+C

(Valor máximo 45, valor mínimo 15).

En el siguiente cuadro se presenta la matriz de incidencia de los impactos identificados del presente proyecto durante la etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo), en la cual es probable la generación de efectos adversos sobre el ambiente a causa del desarrollo del proyecto:

Cuadro V.13. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio.

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	**Atributos**	**Signo**	**Inmediatez**	**Acumulación**	**Sinergia**	**Momento**	**Persistencia**	**Reversibilidad**	**Recuperabilidad**	**Continuidad**	**Periodicidad**	Incidencia	Índice estandarizado
Agua	**Disminución de la infiltración**												**0.33**
	Ponderación		3	2	1	2	1	2	1	1	1		
	Incidencia ponderada		9	2	1	2	1	6	2	1	1	**25**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	1	2	2	1	1	13	
	Incidencia min		3	2	1	2	1	3	1	1	1	**15**	
	Incidencia max		9	6	3	6	3	9	3	3	3	**45**	
Aire	**Suspensión de partículas**												**0.47**
	Ponderación		3	2	1	2	1	3	1	1	1		
	Incidencia ponderada		9	2	1	4	3	6	2	1	1	**29**	
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	2	2	1	1	16	
	Incidencia min		3	2	1	2	1	3	1	1	1	**15**	
	Incidencia max		9	6	3	6	3	9	3	3	3	**45**	
	Contaminación acústica ambiental												**0.50**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	1	**30**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	1	16	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Suelo	**Aumento de la erosión**												**0.73**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	3	9	3	6	1	**37**	

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	**Atributos**	**Signo**	**Inmediatez**	**Acumulación**	**Sinergia**	**Momento**	**Persistencia**	**Reversibilidad**	**Recuperabilidad**	**Continuidad**	**Periodicidad**	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	3	3	3	1	20	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Flora	**Perdida de cobertura vegetal**												**0.57**
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	2	3	**32**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	1	3	18	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Fauna	**Modificación del hábitat**												**0.67**
	Ponderación		3	2	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	6	1	4	3	6	2	3	1	**35**	
	Incidencia	-	3	3	1	2	3	2	2	3	1	20	
	Incidencia min		3	2	1	2	1	3	1	1	1	**15**	
	Incidencia max		9	6	3	6	3	9	3	3	3	**45**	
Paisaje	**Modificación del paisaje**												**0.67**
	Ponderación de atributos		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	1	6	3	**35**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	1	3	3	19	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia max		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	

V.3.2. ÍNDICE DE MAGNITUD

Una vez calculado el índice de incidencia de los impactos ambientales determinados, se procedió a determinar la magnitud de dichos impactos. Esta tarea es la que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinar de los estudios de impacto ambiental: la predicción de los cambios desencadenados por una acción sobre el clima, aire, agua, suelo, biocenosis, ecosistemas, procesos, patrimonio construido, confort sonoro, paisaje, población, etc. y su medición, requieren un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica.

La magnitud de las alteraciones sobre cada factor puede venir expresada de diferentes maneras según la naturaleza de cada uno de ellos y la unidad de medida que se pretende utilizar.

Para cumplir con lo anteriormente expuesto es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1. Para ello se utiliza la metodología de las funciones de transformación.

La metodología anterior se trata de relaciones entre la magnitud de cada indicador, medida en las unidades propias de cada uno de ellos, y su calidad ambiental expresada ya en unidades comparables. Dicha relación se puede representar sobre un sistema de coordenadas cuyo eje de abscisas se dispone la magnitud del indicador ambiental y en el de ordenadas el valor ambiental estandarizado ente 0 y 1. La relación puede venir expresada por una línea quebrada de tramos rectos que unen los puntos de valor conocido o ajustarse a una curva.

Lo importante de las funciones de transformación es el concepto, la claridad con que expresan, gráficamente, la diferencia entre la modificación de un elemento o proceso del medio y el significado ambiental de tal modificación. El mecanismo de la función de transformación exige reflexionar explícitamente sobre el significado de las modificaciones, de tal manera que el esfuerzo de construir una función ayuda y obliga al evaluador a formar criterio y a hacerlo explícito.

Aplicando las funciones de transformación a cada uno de los factores ambientales alterados se obtiene el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, pero ahora expresados en unidades homogéneas, por tanto, comparables. Teniendo en cuenta los parámetros de las funciones de transformación dicho valor queda limitado entre 0 y 1.

A continuación, se presenta en la siguiente figura la forma en la que se realizó el cálculo de la magnitud determinada para los impactos ambientales generados por el proyecto.

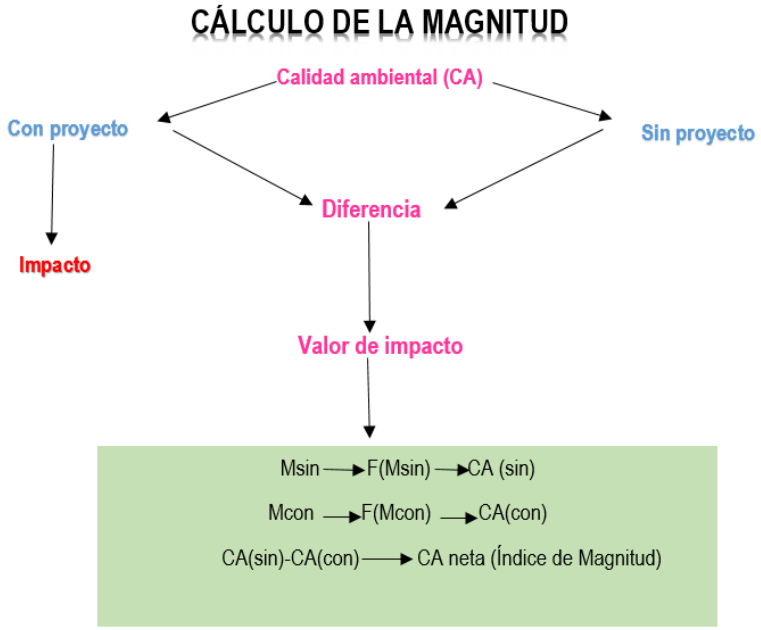


Figura V.2. Determinación de unidades homogéneas.

Ejemplificación*:*

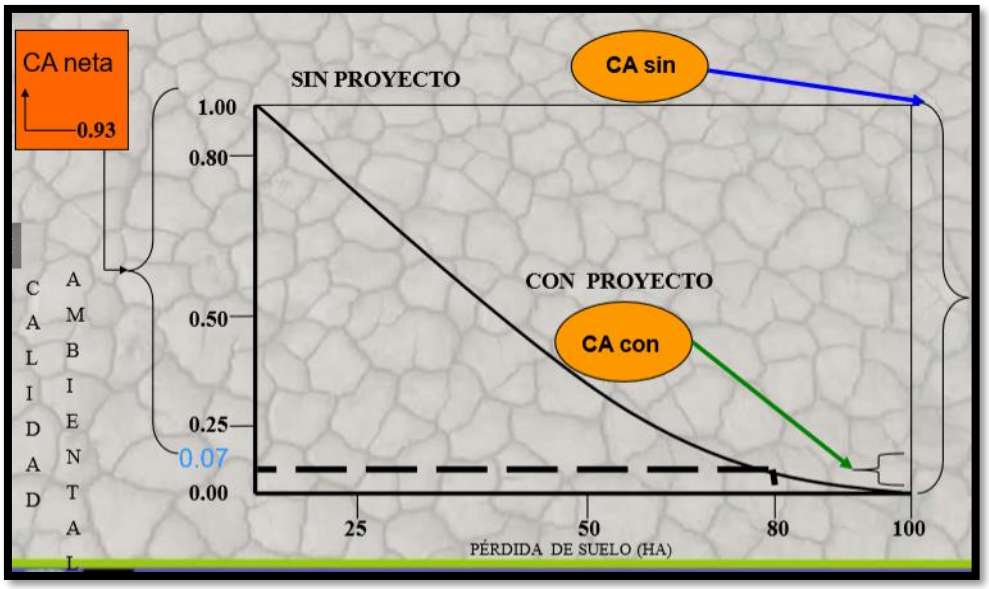


Figura V.3. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.

V.3.3. RESULTADOS

PÉRDIDA DE AGUA (REDUCCIÓN DE LA INFILTRACIÓN)

Para el cálculo de la magnitud de la pérdida de infiltración se implementó la *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental* de Conesa Fdez Vítor (4.ta edición) y los cálculos obtenidos para el balance hídrico establecido en el capítulo V del presente estudio; en dicho cálculo se hace referencia a la infiltración presente actualmente y la infiltración que se tendría a raíz de la ejecución del proyecto, la diferencia de estos dos valores nos da como resultado la pérdida de la infiltración.

De lo mencionado en el párrafo anterior, se desprende la siguiente expresión:

$$I = 100\ x\ (\frac{Perd_h}{C_{disp}})$$

Donde:

I = Pérdida de la infiltración respecto al total disponible (%)

$Perd_h$ = Infiltración actual o a perder por el proyecto (m^3/año)

C_{disp} = Infiltración total disponible (volumen de precipitación) (m^3/año)

A continuación, se presentan los valores de infiltración actual y con proyecto, que se estimaron para el área del mismo:

Cuadro V.14. Valores de infiltración con y sin proyecto.

Unidad	Infiltración (m^3)	Porcentaje (%)
Volumen de precipitación	9,530.94	100.00
Infiltración sin proyecto (actual)	1,336.47	14.02
Infiltración con proyecto	631.19	6.62

Con los valores anteriores, se aplicó la expresión anterior teniendo los siguientes resultados:

Pérdida de agua sin proyecto.

$$Perd_h = (1{,}336.47 - 0.0) = 1{,}336.47$$

$$I = 100 * \left(\frac{1{,}336.47}{9{,}530.94}\right) = 14.02\%$$

Pérdida de agua con proyecto.

$$Perd_h = (1{,}336.47 - 631.19) = 705.28$$

$$I = 100 * \left(\frac{705.28}{9{,}530.94}\right) = 7.40\%$$

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La función de transformación (Conesa, 2010), para el cálculo de la magnitud de la infiltración, toma de base la infiltración actual como la calidad ambiental máxima, asignándosele un valor de 1 y, a partir de la cual, se establece la calidad ambiental que se tendrá una vez implementado el proyecto, esto con apoyo de los cálculos anteriores.

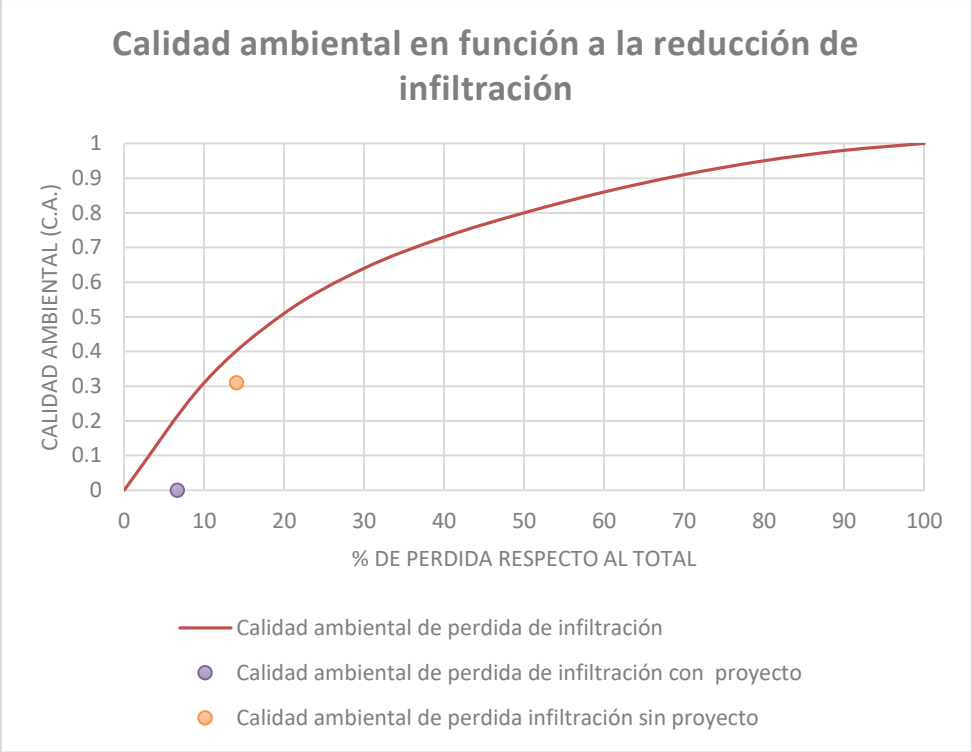


Figura V.4. Calidad ambiental en función a la infiltración con y sin proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL NETA O ÍNDICE DE MAGNITUD

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Donde:

C.A. Neta = Calidad ambiental neta

C.A. sin proyecto = Calidad ambiental sin proyecto

C.A. con proyecto = Calidad ambiental con proyecto

Cuadro V.15. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de agua.

Escenario	Infiltración (%)	Calidad ambiental
I Sin proyecto	14.02	0.31
I con proyecto	6.62	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.31**

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS

Entorno a la determinación del índice de magnitud referente a la suspensión de partículas, se tomó de base la metodología propuesta del cálculo de la calidad del aire determinada en el diagnóstico ambiental correspondiente al capítulo V, a la cual se le hicieron algunas modificaciones, con el objetivo de que se reflejara de una mejor manera el estatus de calidad del aire, tomando en cuenta aspectos relevantes en la determinación de su estatus a través de los diversos escenarios.

La metodología implementada se presenta a continuación:

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

Para la estimación de este índice, se tomaron en cuenta diferentes indicadores a los que se les valorizó, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa. De esta manera conocer el índice de calidad, en dicha valoración, se abordarán los factores que infieren de alguna manera en la calidad del aire en el sitio.

A continuación, se presentan los factores e indicadores que se tomaron en cuenta.

Cuadro V.16. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire.

Factor	Indicador ambiental	
Aire	1	Temperatura
	2	Precipitación
	3	Precipitación (días/año)
	4	Dirección del viento
	5	Velocidad del viento
	6	Complejidad topográfica
	7	Grado de cubierta vegetal
	8	Altura de la vegetación
	9	Uso del suelo
	10	Infraestructura
	11	Nivel de partículas en suspensión

Después de establecer los indicadores anteriores, se les asignó un valor de acuerdo a las características analizadas. El valor va de 1 a 3, siendo 3 el valor óptimo y 1 el mínimo. Posteriormente, se obtuvo el porcentaje que representa el valor obtenido, con respecto al nivel máximo de índice de calidad de aire.

La interpretación del valor final del índice de calidad aire, que estará expresado en una escala cuyo valor máximo será 100 y el mínimo 0, correspondiendo los valores más altos a la situación más positiva.

Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

$$ICA = \left(\frac{Ve*100}{MVO}\right)$$

ICA = Índice de cálidad del aire

Ve = Valor estimado

MVO = Máximo valor obtenido

$$MVO = (Vmáx - Vmin)$$

MVO =Máximo valor obtenido

Vmax=Valor máximo (33)

Vmin=Valor mínimo (11)

En los casos en los que los indicadores presentaron un valor máximo, es decir de 33, se les asignó un valor de 3 dando como resultado una suma total de 33 y para el valor mínimo se le asignó un valor de 11 tomando

de referencia que a los indicadores considerados se le asigna un valor de 1 dando como resultado una suma total de 11.

$$Ve=(V_T-Vmin)$$

Ve=Valor estimado

V_T=Valor total

Vmin=Valor minimo (11)

$$V_t=(I_1+I_2+I_3+I_4+I_5+I_6+I_7+I_8+I_9+I_{10}+I_{11})$$

V_T=Valor total

$V_{n\ (1\text{-}11)}$=Valor de indicadores (1-3)

Es importante mencionar que la asignación de los valores de los indicadores para el escenario sin proyecto se realizó con base en la descripción del área del proyecto, llevada a cabo en el capítulo V y para el caso del escenario con proyecto se realizó un pequeño análisis, en el cual se trató de proyectar el estatus de los indicadores con la ejecución del proyecto, mismos que se presentan a continuación:

Cuadro V.17. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3		
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			2	2
	La temperatura máxima promedio anual es entre 10 y 26°C			●		
	La temperatura máxima promedio anual es mayor a 26° C		●			
	B. Precipitación total anual (mm/año)	1	2	3		
	La precipitación total anual es menor de 1,200	●			2	2
	La precipitación total anual es entre 1,200 a los 3,500		●			
	La precipitación total anual es mayor de 3,500			●		
	C. Precipitación (días/año)	1	2	3		
	En la zona llueve menos de 100	●			1	1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●			
	En la zona llueve más de 200			●		
	D. Dirección del viento	1	2	3		
	La dirección dominante del viento es hacia zonas pobladas	●			1	1
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●		
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3		
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10	●			2	2
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10		●			
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5			●		
	F. Complejidad topográfica	1	2	3		
	Alta	●			2	3
	Media		●			
	Baja			●		
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3		
	61 -100%			●	3	1
	31 - 60 %		●			
	0 - 30 %	●				

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	H. Altura de la vegetación	1	2	3		
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1	3
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●			
	Ausencia casi total de vegetación			●		
	I. Uso de suelo	1	2	3		
	El sitio se ubica en zona industrial o minera	●			2	2
	El sitio se ubica en zona urbana		●			
	El sitio se encuentra en zona rural			●		
	J. Infraestructura	1	2	3		
	El sitio se encuentra cercano a vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles o aeropuertos)	●			2	2
	Vías de comunicación en la zona		●			
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●		
	K. nivel de partículas suspendidas en la zona (24 horas)	1	2	3		
	Menor a 35 mg/m^3			●	3	1
	Entre 35-74 mg/m^3		●			
	Mayor o igual a 75 mg/m^3	●				
Total					**21**	**20**
Valor mínimo					11	
Valor máximo					33	
Calidad Ambiental Atmosférica					**100**	**95**

*Para la determinación del nivel de suspensión de partículas se consultó la página: https://weather.com.

A partir del análisis anterior, se establecen los valores de calidad del aire en sus diversos escenarios con y sin proyecto.

Cuadro V.18. Índice de calidad del aire con y sin proyecto.

Escenario	Índice de calidad del aire
Sin proyecto	100
Con proyecto	95

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la generación de la función de transformación correspondiente, se tomó de base el máximo valor que se obtuvo con los cálculos realizados respecto al índice de calidad del aire (ICA), el cual corresponde a un valor de 100 y el valor mínimo que se puede obtener el cual corresponde a 0, a partir de esto se da a conocer la relación entre el índice de calidad del aire y la calidad ambiental del aire, misma que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro V.19. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire.

Índice de calidad del aire	Calidad ambiental del aire
0	0
5	0.05
10	0.10
15	0.15
20	0.20
25	0.25

Índice de calidad del aire	Calidad ambiental del aire
30	0.30
35	0.35
40	0.40
45	0.45
50	0.50
55	0.55
60	0.60
65	0.65
70	0.70
75	0.75
80	0.80
85	0.85
90	0.90
95	0.95
100	1.00

A partir de la información del cuadro anterior, se obtuvo la función de transformación de la calidad ambiental del aire, misma que se presenta en la siguiente figura:

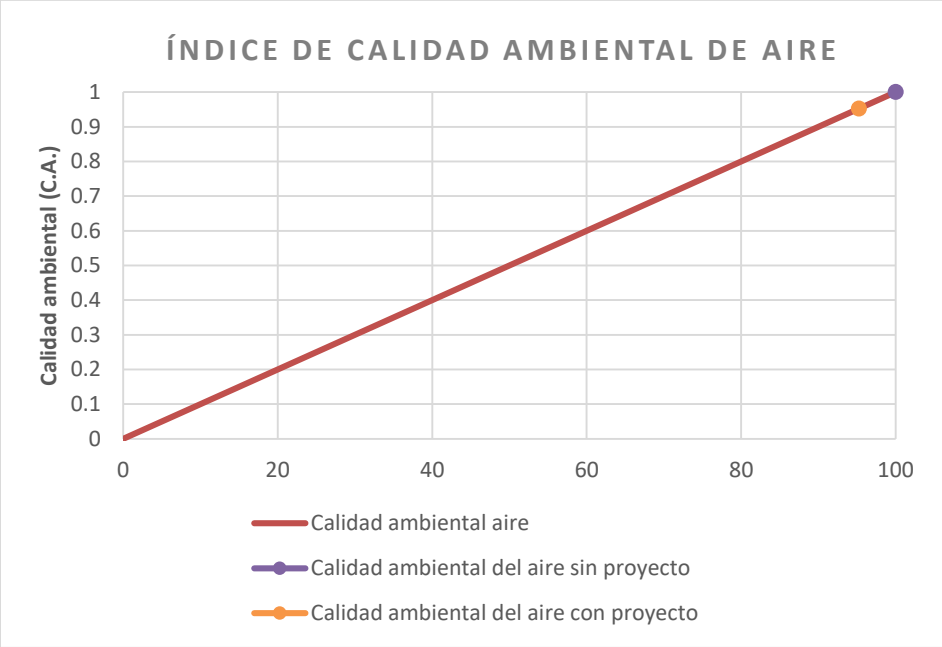


Figura V.5. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL NETA O ÍNDICE DE MAGNITUD

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

C.A. Neta (índice de magnitud)=C.A sin proyecto-C.A. con proyecto

Donde:

C.A. Neta = Calidad ambiental neta

C.A. sin proyecto = Calidad ambiental sin proyecto

C.A. con proyecto = Calidad ambiental con proyecto

Cuadro V.20. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire.

Escenario	Índice de calidad del aire	Calidad ambiental
Sin proyecto	100	1.00
Con proyecto	95	0.95
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.05**

Cabe mencionar que la elección de la metodología anterior se debe a que ésta toma en cuenta dentro de sus indicadores, diversos elementos que están íntimamente ligados para poder determinar con mayor certeza el nivel de afectación que existe y podría surgir con relación a la suspensión de partículas, el medio y la ejecución del proyecto.

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA AMBIENTAL

La determinación del índice de magnitud del confort sonoro se realizó tomando en consideración que dicho impacto proviene directamente del ruido emitido por la implementación de la maquinaria y equipos, es por ello que se considera importante conocer los niveles de emisión de ruidos que generará la maquinaria, para ello se tomó de referencia el estudio denominado *"Ruido ambiental"* (Brüel&kjær, 2000), realizado por una empresa líder en soluciones para los profesionales en el campo del ruido ambiental y del ruido en puestos de trabajo. Del estudio anterior, se retoma la siguiente figura:

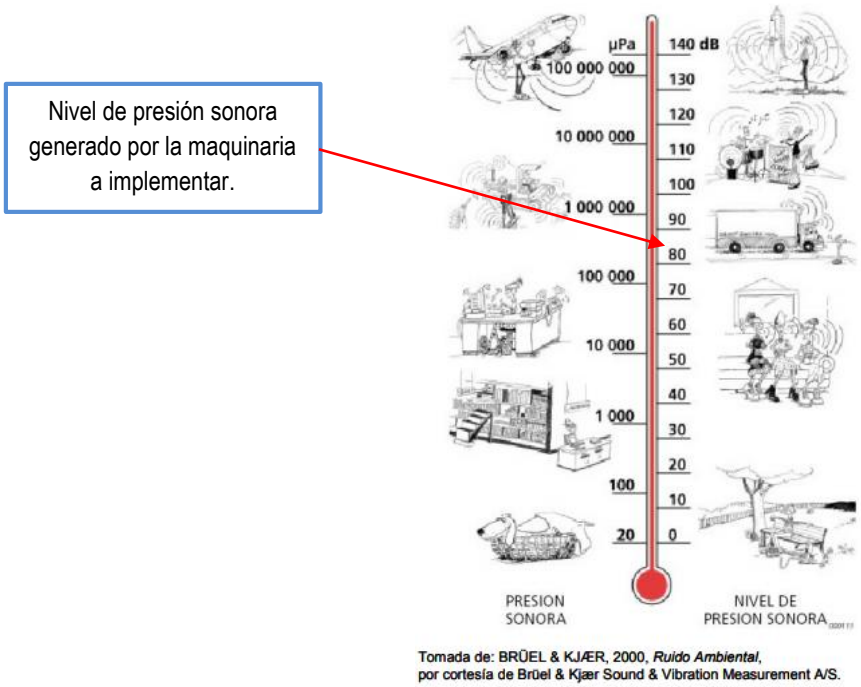


Figura V.6. Nivel de presión sonora emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental).

De acuerdo a la imagen anterior, se determinó que el nivel de presión sonora que podría emitir la maquinaria y el equipo a emplearse con las actividades del proyecto, oscila entre los 101 dB, valor que será tomado para el escenario con proyecto y, para el caso del escenario sin proyecto, se consideró que, de acuerdo a lo que

se observó en los alrededores del área, asentamientos humanos y el paso de vehículos, se considera un nivel igual a 80 dB.

Cuadro V.21. Nivel de presión sonora que se tendrá con y sin proyecto.

Unidad	Nivel de presión sonora Db(A)	Calidad ambiental
Calidad ambiental en función al nivel de presión sonora sin proyecto (dB)	80	0.56
Calidad ambiental en función al nivel de presión sonora con proyecto (dB)	101	0.38
C.A. Neta		**0.18**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para generar la función de trasformación, se tomó de referencia el termómetro de ruido de Howard Leight, considerando el ruido que emite una motosierra al realizar el derribo del arbolado (cabe mencionar que el personal que labore durante la ejecución de cambio de uso de suelo usara equipo de protección auditivo) en el escenario con proyecto, mientras que para el escenario sin proyecto, se consideró el ruido que se emite en un taller con maquinaria, cuyo umbral de peligro depende del periodo de tiempo al que se está expuesto, esto debido a que el predio se encuentra situado sobre el Boulevard Libramiento Naciones Unidas, carretera cuyo flujo de vehículos es constate y por ende, la generación de ruidos.

Cuadro V.22. Nivel de ruido diversos.

Nivel de presión sonoro dB(A)	Sensación acústica	Ejemplo
0	No audible o umbral de audibilidad	Cámara anecoica o Test de audiometría
10	Muy silenciosa	Estudio de grabación
20		Grutas
30	Silenciosa	Dormitorio
40		Oficina tranquila
50	Moderada	Oficina
60	Molesta (para un trabajo intelectual)	Conversación a 1 metro
70	Moderadamente desagradable	Calle peatonal – taller de confección
80	**Desagradable**	**Estación de tren**
90	Umbra de peligro si se soporta más de 8 horas al día	Taller con maquinaria
100	**Muy fuerte**	**Maquinaria de laminado**
110	Los gritos no son audibles	
120	"Sondera"	
130	Umbral de dolor	Avión despegando

En el cuadro anterior se presenta los niveles de presión sonoro con su correspondiente sensación acústica y ejemplos, en donde se dan a conocer los niveles más bajos de sensación acústica hasta los niveles críticos. Ahora bien, es necesario tomar en cuenta las diversas disposiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas. En el siguiente cuadro se establecen los rangos y parámetros que determinan la calidad ambiental sonora.

Cuadro V.23. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido.

Categoría	Nivel de presión sonoro dB(A)	Calidad ambiental
Ligero	0	1.00

Categoría	Nivel de presión sonoro dB(A)	Calidad ambiental
	10	0.94
	20	0.89
	30	0.83
	40	0.78
Moderado	50	0.72
	60	0.67
	70	0.61
	80	0.56
	90	0.50
Severo	100	0.38
	110	0.25
Critico	120	0.13
	130	0.00

A continuación, se presenta la función de transformación correspondiente, en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

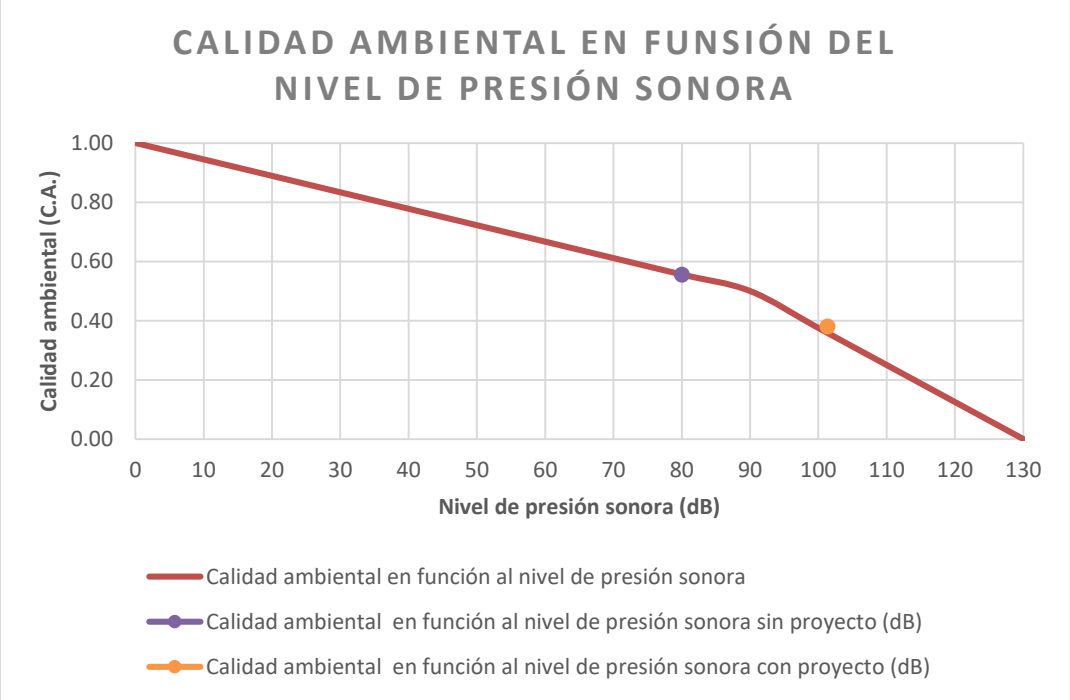


Figura V.7. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL NETA O ÍNDICE DE MAGNITUD

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto.$$

Donde:

C.A. Neta = Calidad ambiental neta

C.A. sin proyecto = Calidad ambiental sin proyecto

C.A. con proyecto = Calidad ambiental con proyecto

Obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro V.24. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	80	0.56
Con proyecto	101	0.38
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.18**

AUMENTO DE LA EROSIÓN

Para la determinación de la magnitud en cuanto a la erosión, se tomó de base los datos estimados en el cálculo de erosión con y sin proyecto correspondientes al capítulo V, mismos que se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro V.25. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto).

Erosión	Sin proyecto (ton/año)	Con proyecto (ton/año)
Erosión Hídrica.	2.28	7.02
Erosión eólica	0.00	0.00
Total	**2.28**	**7.02**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la determinación de la función de transformación del aumento de la erosión, se tomó la categorización presentada en la metodología del cálculo de erosión, misma que se muestra a continuación.

Cuadro V.26. Clase de degradación con base en la erosión hídrica.

Clasificación de los niveles de degradación erosión hídrica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión laminar**
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año
Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton /ha/año
Muy alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Cuadro V.27. Clase de degradación con base en la erosión eólica.

Clasificación de los niveles de degradación erosión eólica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión eólica**
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/año
Alta	De 100 a 200 ton /ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Tomado como referencia las diversas clases de degradación presentadas tanto para la erosión hídrica como eólica se generó una nueva clasificación, esto debido a que en todo sitio casi siempre se presentan ambas clases de erosión y la suma de éstas representa la erosión total, dicha categorización se presenta a continuación:

Cuadro V.28. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación.

Clase de degradación	Valor (ton/ha)	Calidad ambiental
Ligera	1-20	1-0.75
Moderada	21-100	0.74-0.50
Alta	101-400	0.49-0
Muy alta	Mayo de 400	0

Con la ayuda de la nueva categorización, se estableció la función de transformación correspondiente, en conjunto con la calidad ambiental determinada para cada clase de degradación generando la siguiente gráfica:

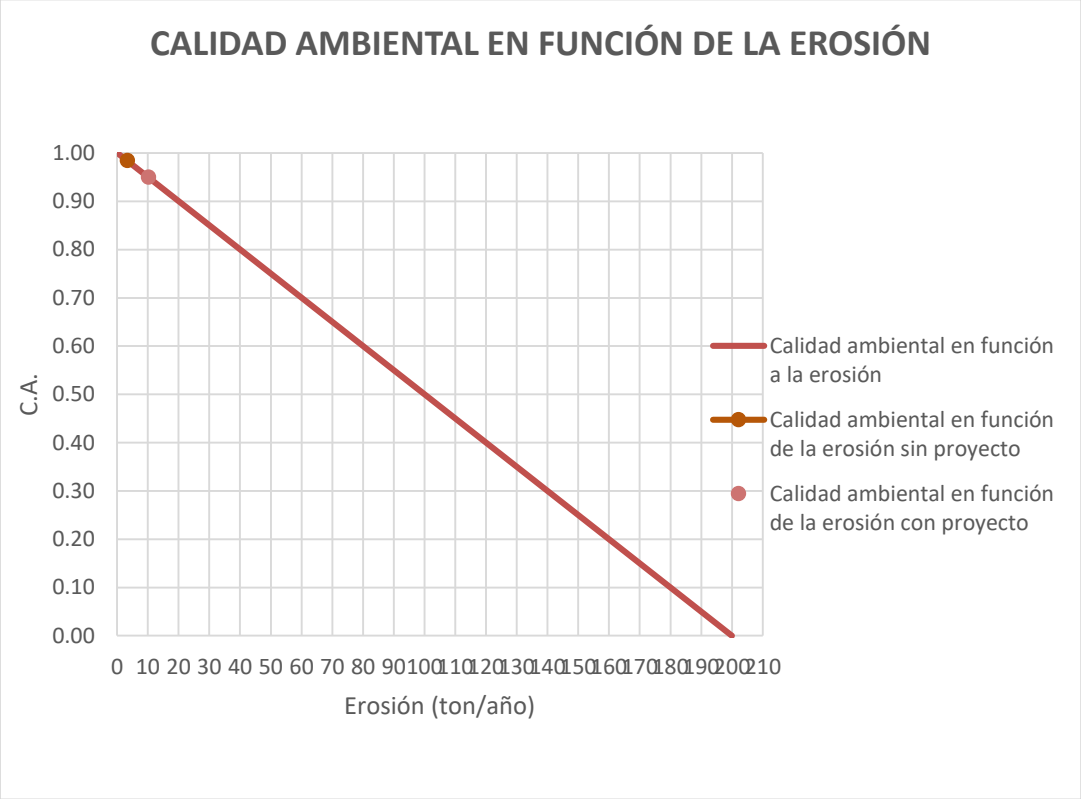


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL NETA O ÍNDICE DE MAGNITUD

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Donde:

C.A. Neta = Calidad ambiental neta

C.A. sin proyecto = Calidad ambiental sin proyecto

C.A. con proyecto = Calidad ambiental con proyecto

Obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	2.28	0.99
Con proyecto	7.02	0.95
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.04**

PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

Para el cálculo de la magnitud de la pérdida de cobertura vegetal, se retomó lo expuesto en la *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental* de Conesa Fdez Vítor (4.ta edición) y los valores estimados de la vegetación en la superficie sometida a cambio de uso de suelo.

De este modo, Conesa, 2010, expone la siguiente expresión:

$$PSCV = \left(\frac{((\sum_i (SCTV * K)) * 100)}{STCV}\right)$$

Donde:

PSCV = Superficie cubierta de vegetación (%)

STCV = Superficie total cubierta por vegetación (ha)

ACTV = Superficie cubierta por tipo de vegetación (ha)

K = Shannon

Para el cálculo de K en función de Shannon se establecen los siguientes valores

Cuadro V.30. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados.

Especies	K	Shannon		Escenario
		Valor	Categoría	
Endemismo	1	5	Condiciones óptimas (diversidad muy alta)	
Raras	0.8	4-5	Muy buen estado (diversidad alta)	
Poco común	0.6	3-4	Buen estado (diversidad media-alta)	
Frecuentes	0.4	2-3	Estado moderado (diversidad media)	
Común	0.2	1-2	Pobre con perturbación (diversidad baja)	
Muy Común	0.1	0-1	Mal estado (diversidad muy baja)	Con proyecto

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la perdida de cobertura vegetal, es importante tomar en cuenta el índice de Shannon para el sitio a afectar, el cual servirá de parámetro para valorar la diversidad de especies existentes y, de esta manera determinar el valor en cuanto a calidad ambiental se refiere, en torno a la vegetación presente en sitio. Es de recalcarse que los índices de Shannon

determinados para el presente proyecto se tomaron de los cálculos de diversidad realizado en el capítulo V y promediando los resultados obtenidos de los estratos presentados.

De acuerdo a las expresiones anteriores, se obtuvieron los siguientes resultados para los escenarios analizados:

Cuadro V.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto				
Tipo de vegetación	**SCTV**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
VSA/SBC	0.6890	0.10	10%	0.1
STCV	0.6890		10%	0.1

Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto				
Tipo de vegetación	**SCTV**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
VSA/SBC	0.00	0	0%	0
STCV	**0.00**	**-**	**0%**	**0**

Para el escenario establecido con proyecto se considera que, después de llevarse a cabo la ejecución del proyecto no existirá vegetación, por lo que se considera un índice de Shannon de 0 y una superficie cubierta de vegetación de 0 hectáreas.

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la determinación de la función de transformación correspondiente, se tomó la función lo expuesta en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura de vegetal y el índice de diversidad más alta (5) como la calidad ambiental máxima (1) respecto a la cobertura vegetal y, a partir de ahí se establecen los valores menores en cuanto a calidad ambiental se refiere. En la siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios *con y sin proyecto.*

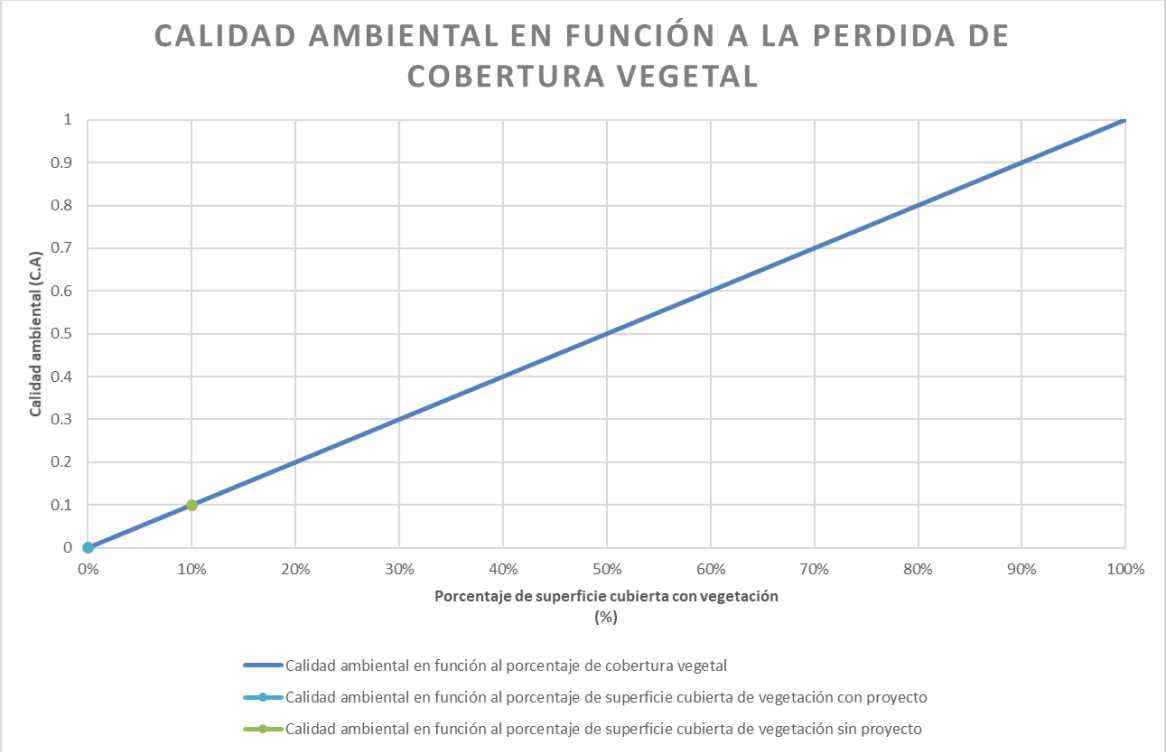


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL NETA O ÍNDICE DE MAGNITUD

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Donde:

C.A. Neta = Calidad ambiental neta

C.A. sin proyecto = Calidad ambiental sin proyecto

C.A. con proyecto = Calidad ambiental con proyecto

Obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación.

Escenario	PSCV (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	10%	0.10
Con proyecto	0%	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.10**

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

Respecto a la fauna, para el cálculo de la magnitud de la modificación del hábitat se tomó la misma metodología expuesta para la pérdida de cobertura vegetal establecida en la *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental* de Conesa Fdez Vítor (4.ta edición), esto se debe a que ambos subfactores están íntimamente ligados y que exista uno depende mucho del otro, por lo que se toma de base la misma metodología, con adecuaciones. La expresión a utilizar se presenta a continuación:

$$PDH = \left(\frac{((\sum_i (STV * K)) * 100)}{STCV} \right)$$

Donde:

PDH = Distribución con base en el hábitat (%)

STV = Superficie por tipo de vegetación (ha)

STC = Superficie total a considerar (ha)

H = Shannon

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores.

Cuadro V.34. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados.

Especies	K	Shannon		Escenario
		Valor	Categoría	
Endemismo	1	5	Condiciones óptimas (diversidad muy alta)	
Raras	0.8	4-5	Muy buen estado (diversidad alta)	
Poco común	0.6	3-4	Buen estado (diversidad media-alta)	
Frecuentes	0.4	2-3	Estado moderado (diversidad media)	
Común	0.2	1-2	Pobre con perturbación (diversidad baja)	
Muy Común	0.1	0-1	Mal estado (diversidad muy baja)	Con proyecto

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la modificación del hábitat, es importante tomar en cuenta el índice de Shannon para el sitio a afectar, el cual servirá de parámetro para valorar la diversidad de las especies existentes y de esta manera determinar el valor en cuanto a calidad se refiere en torno a la distribución del hábitat, es de recalcarse que los índices de Shannon determinados para el presente proyecto se tomaron de los cálculos de diversidad para fauna realizado en el capítulo V.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.35. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.

Porcentaje de distribución con base en hábitat (PDH)			
Tipo de vegetación	STV (ha)	K	PDH (%)
VSa/SBC	0.6890	0.1	10%
STCV (Superficie)	0.6890	-	-

Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Porcentaje de distribución con base en hábitat (PDH)			
Tipo de vegetación	**STV (ha)**	**K**	**PDH (%)**
VSA/SBC	0	0	0%
STCV (Superficie)	**0**	-	-

Para el escenario establecido con proyecto, se considera que después de llevarse a cabo su ejecución, no existirá fauna alguna en el sitio, por lo tanto, se emplea un índice de Shannon de 0 y una superficie cubierta de vegetación de 0 hectáreas.

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para la determinación de la función de transformación correspondiente, se tomó la función expuesta en el libro de Vicente Conesa (2010), la cual contempla el porcentaje del 100% de cubertura de vegetal y el índice de diversidad más alta (5) como la calidad ambiental máxima (1) respecto al porcentaje de distribución con base en el hábitat de las especies y a partir de eso, se establecen los valores menores en cuanto a calidad ambiental. En la siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios *con y sin proyecto.*

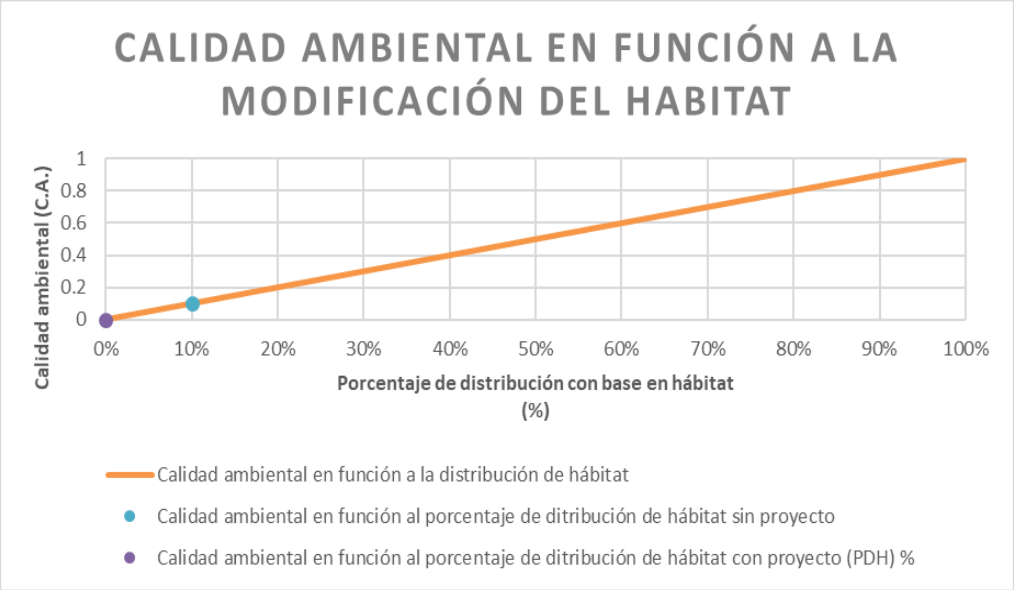


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL NETA O ÍNDICE DE MAGNITUD

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Donde:

C.A. Neta = Calidad ambiental neta

C.A. sin proyecto = Calidad ambiental sin proyecto

C.A. con proyecto = Calidad ambiental con proyecto

Obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro V.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat.

Escenario	PDH (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	10.0	0.10
Con proyecto	0.00	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.10**

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

Para determinar el índice de magnitud para el paisaje, la metodología propuesta para evaluar el impacto es a través de la valoración directa subjetiva, y se desarrolla a continuación:

La valoración directa subjetiva se realiza a partir de la contemplación del paisaje, otorgando valores a cada una de las características, en escala de rango o de orden, sin desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéticas. Se utiliza una escala universal de valores absolutos, ***Va.***

Cuadro V.38. Valoración del paisaje.

Paisaje	Va
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Distinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de éstas, a la población potencial de observadores y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo del paisaje, $\mathbf{V_R}$**.**

$$V_R = K^* Va$$

Dónde:

K= $1.125*[P*Ac*S/d]^{1/4}$

P= Ratio, función de la distancia media en km, a las poblaciones próximas.

D= Ratio, función de la distancia a media en km, a las poblaciones próximas.

Ac= Accesibilidad a los puntos de observación, o a la cuenca visual (Inmediata 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1, Inaccesible 0).

S= Superficie desde la que es percibida la actuación (cuenca visual), función del número de puntos de observación (Muy grande 4, Grande 3, Pequeña 2, Muy pequeña 1).

Cuadro V.39. Cantidad de habitantes por superficie.

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
1-1000	1	0-1	1
1000-2000	2	1-2	2
2000-4000	3	2-4	3
4000-8000	4	4-6	4
8000-16000	5	6-8	5
16000-50000	6	8-10	6
50000-100000	7	10-15	7
100000-500000	8	15-25	8
500000-1000000	9	25-50	9
>100000	10	>50	10

Tomando como indicador de impacto, el valor relativo del paisaje, V_R, acorde con la expresión anterior, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

El área de estudio se encuentra inmersa dentro del municipio de Ometepec, en el estado de Guerrero. La ciudad presentó en el 2010 un total de 27,607 habitantes.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto:

Cuadro V.40. Valoración subjetiva del paisaje.

Escenario	Categorización del paisaje %	Calidad ambiental
Sin proyecto	3	0.03
Con proyecto	2	0.02
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.01**

V.3.4. VALORIZACIÓN DE IMPACTOS

Una vez determinado el índice de incidencia y el índice de magnitud correspondiente a los impactos ambientales detectados y, siguiendo la metodología propuesta por Gómez Orea 2003, el siguiente paso consiste en la valoración de dichos impactos, tomando de referencia los índices antes calculados, para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$V_i = I_i * C.A_{.neta}$$

Dónde:

V_i=Valorización de impacto

I_i= Índice de incidencia

$C.A._{neta}$ =Calidad ambiental neta (índice de magnitud)

Como aspecto final para la valorización de impactos, en el siguiente cuadro se establecen los valores de juicio en función al valor de impacto determinado.

Cuadro V.41. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales.

Significancia de los impactos		Descripción	Valor del índice de incidencia
No significativos	**Compatibles**	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0 - 0.25
	Moderados	Alteraciones que afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forma parte.	0.26 - 0.50
Significativos	**Severos**	Alteraciones que sin medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.51 - 0.75
	Críticos	Alteraciones que aún con medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.76 - 1.0

Con base en las fórmulas para la valorización de impactos y los valores de juicio determinados, se realizaron los cálculos pertinentes, determinando la siguiente valoración para los impactos detectados.

Cuadro V.42. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Índice de incidencia	Índice de magnitud	Valoración de impactos	Valor de juicio	Significancia de los impactos
Abiótico	Agua	Cantidad	Pérdida de agua	0.33	0.31	0.10	Compatibles	No significativo
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.47	0.05	0.02	Compatibles	No significativo
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	0.50	0.18	0.09	Compatibles	No significativo
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.73	0.04	0.03	Compatibles	No significativo
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	0.57	0.20	0.11	Compatibles	No significativo
		Cobertura vegetal						
		Abundancia						
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	0.67	0.10	0.07	Compatibles	No significativo
		Abundancia						
		Hábitat						
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	0.67	0.01	0.01	Compatibles	No significativo
		Calidad del paisaje						

De acuerdo a la evaluación de impactos anterior, para el proyecto se detectaron un total de 7 impactos, lo cuales se catalogan como "*no significativos*". A continuación, se presenta un análisis para cada impacto detectado.

Agua

Pérdida de agua (reducción de la infiltración)

Este impacto se considera compatible, esto se debe principalmente a que con base en los calcúlalos determinados para el balance hídrico la pérdida de infiltración no se considera de manera relevante ya que únicamente se pierde el 7% de infiltración total disponible, dando como resultado en la función de transformación una calidad ambiental no significativa. Por lo tanto, no se verá afectada de manera drástica y significativa, además de se propondrán obras para compensar el impacto.

Suelo

Aumento de la erosión

Respecto a la erosión, se puede decir que al igual que la mayoría de los impactos, éste se considera un impacto compatible con el ambiente, lo anterior debido principalmente a que con base en los cálculos de erosión estimados con la ejecución del proyecto la calidad ambiental, de acuerdo a la metodología aplicada es de 0.95, porque se considera que durante la ejecución del proyecto, ya no se generará erosión, y considerando la calidad ambiental actual que es de 0.99 y tomando como base la calidad óptima que es de 1, menos la calidad ambiental actual, el resultado es de 0.04, lo que resulta un impacto *no significativo.*

Aire

Suspensión de partículas

De acuerdo al análisis desarrollado en el capítulo, este impacto se determina como compatible, esto se debe a que, como se expuso en la determinación del índice de magnitud para el escenario con la ejecución del proyecto, los niveles de suspensión de partículas no rebasarán los niveles máximos permisibles por la legislación vigente y, por ende, los niveles de suspensión que existirán no representarán efectos significativos al ambiente.

Contaminación acústica ambiental

Respecto a este impacto al igual que los impactos en torno al factor aire, se considera como un impacto compatible con el ambiente. Su valoración se realizó estimando el índice de magnitud correspondiente, con los niveles de emisiones de ruido en la ejecución del proyecto, considerando que no irán más allá de los límites del mismo.

Flora

Perdida de cobertura vegetal

Al igual que los demás impactos, éste se considera como *"no significativo"*, pues considerando que, de acuerdo al índice de diversidad (Shannon), no se trata de un sitio con una diversidad óptima, además, la superficie a afectar será mínima con respecto a la cobertura vegetal que existe en el Sistema Ambiental, lo que quiere decir que ésta seguirá conservándose, lo que no pone en riesgo la distribución ni permanencia de las especies existente actualmente en el proyecto.

Fauna

Modificación del hábitat

Respecto a la modificación del hábitat para el caso de la fauna, al igual que para la flora, se considera como un impacto compatible, ya que tanto la flora como la fauna están íntimamente ligados y si existe vegetación alguna, ésta genera los mecanismos para el establecimiento de especies de fauna en dicho sitio, sin embargo, este impacto se estableció en un nivel de compatibilidad con el ambiente ya que como se mencionó en el caso de la perdida de cobertura vegetal, la diversidad de organismos en los sitios a intervenir se establece en un nivel bajo, dando como resultado la incidencia de pocos individuos, además de que debido a la capacidad de movilidad que presentan los organismos que pudieran ser afectados, éstos podrán desplazarse hacia sitios aledaños y retomando lo que se expuso respecto a la proporción de superficie con

vegetación a afectar respecto a las superficie total con vegetación presente en el Sistema Ambiental, la superficie no se considera de gran relevancia y puesto a que la condición a lo largo de la vegetación presente en el Sistema Ambiental presenta las mismas características que el sitio a afectar por tratarse del mismo tipo de vegetación, el hábitat de los organismos presentes se seguirán conservando.

Paisaje

Modificación del paisaje

En cuanto a la modificación de paisaje, podemos decir que, a partir del análisis establecido, se determinó que dicho impacto es compatible con el ambiente, ya que de acuerdo a los cálculos realizados la inserción del proyecto al ambiente no generaría efectos significativos. Lo anterior se analiza así debido a que la magnitud del proyecto a nivel paisajístico, en contraste con las características presentes de manera general en el entono, no se considera de gran magnitud y además de que en el inventario realizado se establece que el proyecto se encuentra con poca visibilidad al entorno reduciendo aún más el efecto paisajístico presente en el sitio.

V.4. CONCLUSIONES

Como conclusión general, se puede decir que los niveles de impactos determinados en el proyecto presentan compatibilidad ambiental, estableciendo que, la inserción del proyecto al medio no generaría efectos significativos.

Al llevarse a cabo el proyecto se generarán oportunidades de empleo previo, durante y posterior a las actividades de cambio de uso de suelo, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación, con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel municipal, estatal y federal.

A continuación, se presentan las conclusiones particulares del proyecto:

A. Los principales impactos ambientales determinados se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son vegetación y hábitat.
B. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables.
C. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual no había sufrido ningún tipo de alteración, con vegetación y fauna terrestre.
D. Será necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas, generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
E. Será necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a la flora y fauna silvestre.

F. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deberán iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión del cambio de uso de suelo, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
G. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente, con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que habrá de derivar múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del proyecto se tendrán beneficios económicos a sus pobladores y a la región adyacente que corresponde principalmente al municipio.
H. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

V.5. BIBLIOGRAFÍA

Bojórquez T. L. A. & Ortega R. A. (1988). Las evaluaciones de impacto ambiental: conceptos y metodologías. Centro de investigaciones biológicas de Baja California Sur, A. C. Documento en formato PDF consultado en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/838/1/LAS%20EVALUACIONES%20DE%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20CONCEPTOS%20Y%20METODOLOGIA.pdf

Brüel&Kjær A/S. Ruido ambiental, (2000) Sound & Vibration Measurement, San Sebastián de los Reyes– Madrid, España. 69 p.

Cabrera Fernández Jorge A. (2012), Aplicación de un modelo de dispersión atmosférica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Valparaiso, Chile, 165 p.

Conesa F. V. (2009). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ta edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. ISBN: 978-84-8476-384-0.

Conesa Fdez,-Vitora Vicente. (2010), Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental, 4.ª edición, Madrid, Barcelona, 853 p.

Contreras V. M., García S. G., Lcaza H., B. (2003) Calidad del aire: una práctica de vida, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Primera edición, México, D.F. 25 p.

Cruz M. V., Gallego M. E., González de, P. L. (2009), Sistema de evaluación de impacto ambiental, 2009, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de informática, Madrid España, 146 p.

Cruzado M. A., Valdez A. B., Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F. 142p.

Damián H. S., Flores, P. A., Flores, F. M., Téllez, Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso II, Jalisco, Secretaría de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte, Jalisco, 140 p.

Estevan Bolea, M.T. (1984). Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid.

Gómez O. D. & Gómez V. M. T. (2013). Evaluación de Impacto Ambiental. 3ra edición. Ediciones Nobel, S. A., ISBN 13: 9788484766438

https://es.weatherspark.com

Leopold L. B. et al. (1971). A procedure for Evaluation Environmental Impact. Washington, USA.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE GENERAL

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3

VI.1 MEDIDAS PROPUESTAS PARA DISMINUIR LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES A LOS RECURSOS FORESTALES 3

VI.1.1 CRONOGRAMA GENERAL DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS 28

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES 29

VI.3 BIBLIOGRAFÍA 30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI.1. Volumen de material orgánico a extraer considerando una capa orgánica de 1 cm. 5
Cuadro VI.2. Capacidad de retención real de las terrazas individuales. 9
Cuadro VI.3. Número de terrazas individuales. 10
Cuadro VI.4. Retención de agua. 10
Cuadro VI.5. Balance hídrico de la superficie para las terrazas individuales (plantación). 11
Cuadro VI.6. Resultados de agua capturada por las terrazas individuales. 11
Cuadro VI.7. Proyección de la captura de agua con las obras de conservación. 11
Cuadro VI.8. Especies a rescatar y reubicar. 13
Cuadro VI.9. Distribución de los individuos a rescatar y reubicar. 14
Cuadro VI.10. Coordenadas UTMWGS84 del polígono propuesto para la reubicación de flora. 14
Cuadro VI.11. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de avifauna. 19
Cuadro VI.12. Técnicas de ahuyentamiento de mastofauna. 20
Cuadro VI.13. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de herpetofauna. 20
Cuadro VI.14. Especies a plantar para la compensación de carbono. 21
Cuadro VI.15. Ecuación alométrica para las especies a colocar en la plantación. 21
Cuadro VI.16. Acumulación de la biomasa aérea y carbono en la plantación. 21
Cuadro VI.17. Estimación de los residuos sólidos urbanos. 25
Cuadro VI.18. Cronograma de medidas contra impactos y seguimiento. 28
Cuadro VI.19. Impactos residuales del proyecto. 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Captura de agua de las obras de conservación a través de los años. 12
Figura VI.2. Polígono propuesto para la reubicación de los individuos de flora rescatados. 18
Figura VI.3. Predicción de la captura de carbono en la plantación. 22

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Esquema de la compactación del suelo al aplicar riegos. 4
Imagen VI.2. Representación del volumen de un prisma rectangular. 5
Imagen VI.3. Ejemplo de una terraza individual. 6
Imagen VI.4. Ejemplo del trazo de una terraza. 8
Imagen VI.5. Representación del volumen de un cilindro. 8

Imagen VI.6. Especies a rescatar y reubicar 1) *Jacaratia mexicana,* 2) *Vachellia cornigera,* y *3) Guazuma ulmifolia.* 14
Imagen VI.7. Ejemplo de técnica de ahuyentamiento de herpetofauna. 20
Imagen VI.8. Ejemplo de la colocación de sanitarios portátiles. 25
Imagen VI.9. Ejemplo de la colocación de contenedores de residuos sólidos. 26

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, tiene la finalidad de mantener la integridad funcional del Sistema Ambiental (SA) y en el cual se insertará el **Área del Proyecto (AP) o también llamada Área de cambio de uso de suelo (CUS).** Para comprobar la eficiencia de dichas medidas, se emplearán los indicadores correspondientes. Dichos indicadores, además de monitorear la eficacia de las medidas, también ayudarán a formular, en caso de requerirse, medidas emergentes necesarias para aminorar los impactos ambientales adversos del proyecto.

VI.1 MEDIDAS PROPUESTAS PARA DISMINUIR LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES A LOS RECURSOS FORESTALES

Las medidas propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental. Es por ello que éstas han sido enfocadas a las etapas de cambio de uso de suelo, comprendidas en el desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte de material orgánico.

Las medidas propuestas se clasifican como a continuación se presenta:

- **De prevención**: aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- **De mitigación:** son aquellas que, con su aplicación, se van a reducir los efectos de alguna actividad con su desarrollo, más no las restringen, por lo que las medidas planteadas para este estudio proponen la implementación de acciones enfocadas a atenuar o minimizar los impactos adversos identificados en los componentes y factores del sistema ambiental.
- **De compensación:** tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, incluyen el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad.
- **De restauración:** Se denominan medidas de restauración o corrección a una serie de acciones las cuales han sido concebidas para corregir aquellos impactos o efectos ambientales negativos producto de la implementación de diversos proyectos o práctica de actividades. En general estas medidas suelen abarcar también a aquellas medidas protectoras que han sido concebidas para prevenir o minimizar los impactos ambientales negativos producto de la ejecución de obras.

Es importante señalar que las medidas preventivas adquieren gran relevancia ya que su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos; respecto a las medidas de mitigación se realizan para garantizar que la ejecución del proyecto impacte lo menos posible al ecosistema, y que puedan llevarse a cabo la implementación de las diferentes medidas de recuperación programadas. Las medidas de compensación se implementarán con el objetivo de indemnizar los daños por el cambio de uso de suelo.

Dado que los elementos ambientales que se verán más afectados con el proyecto de cambio de uso de suelo, son: la vegetación, la fauna silvestre, el suelo, el agua y la captura de carbono; se indica que las medidas de mitigación se orientan más hacia la compensación vegetal (reforestación con especies nativas y rescate de individuos), a la protección de las especies de animales existentes y al control de la erosión.

A continuación, se presentan las medidas de prevención, mitigación y/o compensación por componente ambiental, propuestas para los impactos negativos causados por la implementación del proyecto.

SUELO

Riegos con agua (medida de prevención)

Si la ejecución del proyecto ocurre en época de seca, se realizarán riegos semanales con aguas en la superficie para CUS. Esto ayudará a la compactación ligera y temporal del suelo, evitando la pérdida del mismo por la acción del viento, mientras que, al realizar el transporte del suelo, se evitará la generación de polvos durante el trayecto y por ende su pérdida. El promovente será el encargado de adquirir las pipas de agua.

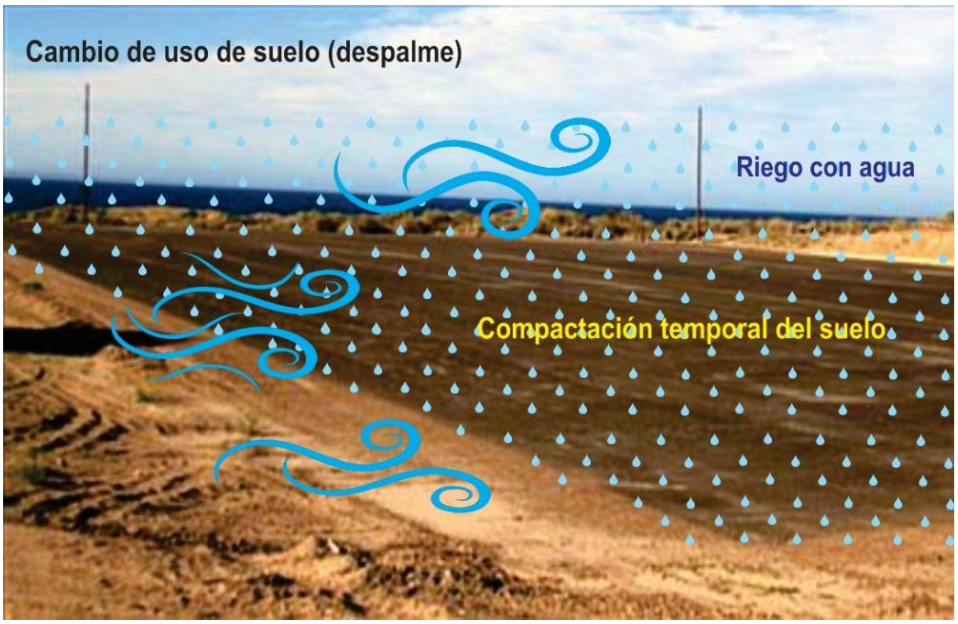


Imagen VI.1. Esquema de la compactación del suelo al aplicar riegos.

Rescate y resguardo del material orgánico (medida de mitigación)

El suelo es una capa delgada que se ha formado muy lentamente a través del tiempo, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento; está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua.

Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo, lo que lo hace un componente indispensable para el desarrollo de los organismos. De lo anterior, la importancia de su rescate.

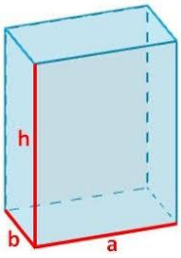
De acuerdo a los recorridos de campo se observó que, dentro de las áreas del proyecto, podría no existir la posibilidad de rescatar material orgánico, esto de acuerdo a que en la zona existen indicios de que el área ha sido utilizada como relleno o tiradero de residuos (residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos y residuos provenientes principalmente de la construcción) esto se explica en el programa de rescate de material orgánico.

Por lo que la ejecución de esta medida de mitigación dependerá de la existencia o no de material rescatable, en óptimas condiciones.

Por lo tanto, la cantidad de material orgánico que se buscará resguardar se obtendrá de la totalidad del AP (0.6890 ha.), sin embargo, si el material disponible no cumple con las condiciones requeridas o presenta

mucha contaminación, solo se tratará de obtener el material que nos permita compensar la pérdida de suelo por erosión posterior al cambio de uso de suelo, es decir nuestra meta será de **9.47 toneladas** que es lo que se estará perdiendo por el CUS. Para los cálculos se estimó una profundidad de 1 cm, resultado lo siguiente:

Se realizará el rescate del material orgánico resultado del despalme del área de CUS. La estimación del volumen a extraer se realiza considerando el supuesto de que el área es una figura geométrica rectangular, aplicando la siguiente fórmula:



$$\boldsymbol{V = b * a * h}$$

Imagen VI.2. Representación del volumen de un prisma rectangular.

Donde:

V= Volumen de M. O. a extraer

b = Lado menor del prima

a = Lado mayor del prima

h = Altura

Particularmente, el lado mayor por el lado menor del prisma representa el área de CUS y la altura es la profundidad del suelo. En este caso, se determinó en campo una profundidad de 1.0 cm. Con esos valores, el volumen de material orgánico se calcula de la siguiente forma:

$$V_{ton} = Área\ de\ CUSTF * profundidad\ del\ suelo$$

$$V = 6{,}890.00\ m^2 * 0.01$$

$$V = 68.9\ m^3$$

Para estimar la cantidad en **toneladas**, se toma en consideración el tipo de suelo presente y por consiguiente la densidad básica del mismo. De acuerdo al Manual de Obras y Prácticas publicado por la CONAFOR[i], se identificó una densidad aparente de **1.1 g/cm^3:**

$$V_{ton} = Área\ de\ cambio * densidad\ del\ suelo$$

$$V_{ton} = 68.9\ m^3 * 1.1\ g/cm^3$$

$$V_{ton} = 75.79\ toneladas$$

Cuadro VI.1. Volumen de material orgánico a extraer considerando una capa orgánica de 1 cm.

AP (ha)	Erosión Total en el AP a compensar (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Total rescatado (ton)
0.6890	9.47	1	110	75.79
0.6890	**9.47**	**-**	**-**	**75.79**

De acuerdo al cuadro anterior tenemos que la erosión total a compensar es de 9.47 ton, mientras que la cantidad de material orgánico que se espera rescatar es de 75.79 ton., lo que representa más del ***100% del total a compensar por erosión.*** **Cabe recalcar que esta medida podrá realizarse considerando la existencia o no de material rescatable en óptimas condiciones, bajo este escenario, como meta principal se buscará rescatar por lo menos el volumen para compensar lo que se perderá por la ejecución del proyecto, es decir 9.47 toneladas.**

Además, se tendrá humedecida la superficie durante el tiempo que duren las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que con esta medida de prevención la erosión por acción del aire sería prácticamente de cero.

El procedimiento para su extracción, así como los tiempos en los que se llevará a cabo se describen a detalle en el ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE DE M.O. en el Capítulo VIII.

EMPLEO DEL MATERIAL ORGÁNICO

Este material será utilizado para acondicionar la superficie en donde se llevará a cabo la plantación y las áreas verdes.

UBICACIÓN DEL RESGUARDO DEL MATERIAL ORGÁNICO

El material orgánico se resguardará a un costado de la superficie del proyecto, o en su caso se trasladará al área de la plantación que sea su destino final.

AGUA

Obras de conservación para el recurso agua (medida de compensación)

Retomando la información del *escenario con proyecto*, tenemos que, con la ejecución del cambio de uso de suelo se perderán **1,410.56 m^3** de agua. Para compensar dicha pérdida, se realizarán como obras de conservación, terrazas individuales para las especies que se plantarán:

TERRAZAS INDIVIDUALES

Una **terraza individual** es un terraplén de forma circular, construido a nivel o en contrapendiente, sobre el cual se establece alguna especie forestal. Esta práctica está asociada a la reforestación por lo que el número de piezas por hectárea debe ser acorde a la densidad de plantas a reforestar, y puede ser construida en un margen muy amplio de pendientes, siempre y cuando exista la profundidad adecuada. No se debe realizar en suelos con profundidad menor a 10 centímetros.



Imagen VI.3. Ejemplo de una terraza individual.

Su principal objetivo es captar agua de los escurrimientos superficiales para aumentar la humedad disponible para las plantas.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Primer paso. Trazar la curva a nivel o hilera sobre la que se iniciarán los trabajos. A partir de la curva o hilera se establece el distanciamiento entre plantas y entre otras curvas a nivel o hileras, con una distribución en un diseño principalmente a tresbolillo, ya que el diseño de marco real no captaría todos los escurrimientos del terreno. Es importante considerar que el trazo de las terrazas puede o no ser curvas a nivel, dependiendo de la topografía del terreno.

Segundo paso. Marcar el área de la terraza. Mediante el uso de una estaca y una cuerda de 50 centímetros de largo, se coloca la estaca sobre la línea de la curva y con la cuerda se marca un círculo.

Las terrazas individuales deben tener como mínimo un metro de diámetro y al menos 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con materiales disponibles. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente de suelo.

Tercer paso. Excavar el suelo para formar la terraza. Excavar o rebajar la parte alta del círculo y el material se arroja aguas abajo hasta que la terraza pueda almacenar un espejo de agua de 10 centímetros y el piso de la misma quede a contrapendiente.

Con el producto de la excavación se construye el bordo, aguas abajo, en forma de media luna, para conducir los escurrimientos hacia las terrazas ubicadas en la curva a nivel aguas abajo.

El bordo se compacta y suaviza para proporcionar estabilidad y facilitar la instalación de vegetación arriba del mismo. La siguiente terraza se excava a la distancia prevista para la plantación, procurando que su arreglo sea en “tresbolillo”.

Generalmente se utiliza el diseño “tresbolillo” con distanciamientos de tres metros entre terrazas individuales (cajetes) y tres metros entre hileras, de esta manera pueden alcanzarse densidades de alrededor de 1,100 plantas por hectárea: sin embargo, **depende del ecosistema y la especie a plantar.**

Para realizar la plantación de especies forestales se coloca la planta en el centro o en el borde de la terraza, según las características de humedad del terreno. La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo.

En zonas con alta ocurrencia de lluvias se recomienda plantar cerca del bordo construido en el área de relleno y no en el centro de la terraza, para evitar la pudrición o ahogamiento de la planta.

Recomendaciones

- Las terrazas individuales se pueden construir en un margen muy amplio de pendientes, siempre y cuando la profundidad del suelo permita excavar las dimensiones especificadas.
- Si existe material disponible, debe considerarse la estabilización de taludes de la terraza, mediante la colocación de piedras, material muerto o cultivos de cobertera para evitar la destrucción de la obra.
- En regiones áridas y semiáridas, se debe reducir la densidad de obra para evitar la competencia por humedad. De ser posible, debe combinarse con otras actividades para captar la mayor cantidad de escurrimiento hacia las terrazas individuales.

- En regiones tropicales, se recomienda combinar las terrazas individuales con canales de desagüe que intercepten y desalojen los excesos de agua en forma controlada.

Para cuantificar la cantidad de retención de infiltración por las obras propuestas se utilizó la metodología propuesta en el Manual de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales[ii] con modificaciones, la cual se basa en la densidad del suelo y las dimensiones de las terrazas propuestas para el cálculo.

RESULTADOS

- **Capacidad de retención teórica**

Dimensión de la terraza:

De acuerdo a la bibliografía consultada[iii], las medidas propuestas para una terraza son de 0.5 m de radio por 10 cm de profundidad como mínimo, como se muestra a continuación:

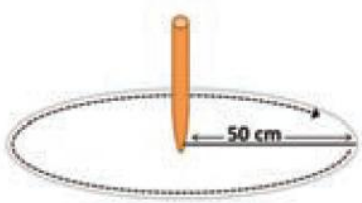
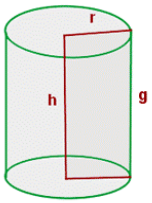


Imagen VI.4. Ejemplo del trazo de una terraza.

Captación de lluvia

Para calcular la captación de lluvia se realiza el supuesto de que una terraza individual tiene la forma de un cilindro perfecto, por lo tanto, para obtener el volumen de agua se considera la siguiente fórmula:



$$V_i = \pi * r^2 * h$$

Imagen VI.5. Representación del volumen de un cilindro.

Donde:

V_i = Volumen individual por terraza

r = radio

h = altura

Aplicando la fórmula anterior tenemos:

Datos:

r = 0.5 m

h = 0.1 m

$$\mathbf{V_i} = \pi * r^2 * h$$

$$\mathbf{V_i} = 3.1416 * 0.50^2 * 0.1$$

$$\mathbf{V_i} = 0.079\ m^3$$

Es decir, por cada terraza individual propuesta se almacenarían 0.079 m^3 de agua, misma que favorecerá a la infiltración.

- **Capacidad de retención real**

Sin embargo, existen otros factores que intervienen en la capacidad de retención de una terraza individual, como lo son *el volumen de lluvia disponible* que se tiene en la superficie en donde serán construidas. En este caso, las terrazas individuales serán construidas dentro de la superficie destinada para la plantación, cuya superficie se propone sea cercana al área de CUS, por lo tanto, tendrá la misma estación meteorológica de influencia, siendo la 12061 OMETEPEC (CFE), la cual tiene una precipitación anual de 1,383.30 mm, lo que quiere decir que por cada 1 m^2 de superficie llueve dicha cantidad. Con la información anterior, estimamos la cantidad de agua que capturaría cada una de las terrazas individuales:

Primero, convertimos los 1,383.30 mm a m de agua:

$$\frac{1{,}383.30\ mm}{1000} = 1.3833\ m$$

Y si recordamos, la superficie en m^2 que ocupa una terraza individual circular es de 0.7854 m^2, por lo tanto, la cantidad de agua que cada terraza capturaría se obtiene con una regla de 3 como se muestra a continuación:

$$1.3833\ m\ de\ agua = 1\ m^2\ de\ superficie$$

$$¿? = 0.7854\ m^2$$

$$\frac{0.7854\ m^2\ x\ 1.3883\ m}{1\ m^2} = 1.0864\ m^3\ de\ agua$$

Los resultados obtenidos, se presentan a manera de resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro VI.2. Capacidad de retención real de las terrazas individuales.

CAPACIDAD DE RETENCIÓN REAL	
Superficie CUS (ha)	0.6890
Infiltración a compensar (m^3)	1,410.56
Precipitación estación de influencia (mm)	1,383.30
Precipitación en m	1.3833
Superficie que ocupa cada terraza m^2	0.7854
Cantidad de agua real que puede capturar una terraza (m^3)	1.0864

Entonces, cada terraza individual construida capturaría 1.0864 m^3 de agua al año.

Por lo tanto, para conocer la cantidad de terrazas individuales que necesitaremos para compensar la pérdida de los **1,410.56 m³** de pérdida de infiltración, aplicamos otra regla de 3; si cada terraza individual va a capturar 1.0864 m³ de agua al año:

$$\frac{Cantidad\ de\ m^3\ a\ compensar}{Cantidad\ de\ m^3\ que\ captura\ una\ terraza} = cantidad\ de\ terrazas\ a\ necesitar$$

$$\frac{1{,}410.56\ m^3}{1.0864\ m^3} = 1{,}298\ terrazas\ individuales$$

Cuadro VI.3. Número de terrazas individuales.

CAPACIDAD DE RETENCIÓN REAL	
AP (ha)	0.6890
Infiltración a compensar (m³)	1,410.56
Precipitación estación de influencia (mm)	1,383.30
Precipitación en m	1.3833
Superficie que ocupa cada terraza m²	0.7854
Cantidad de agua real que puede capturar una terraza (m³)	1.0864
Cantidad de agua a compensar (m³)	1,410.56
Cantidad de terrazas a necesitar	1,298
Cantidad de terrazas a construir	722

Para compensar la pérdida de los **1,410.56 m³** de infiltración, se necesita la construcción de 1,298 terrazas individuales. Sin embargo, **se propone la construcción de 722 terrazas individuales para los individuos que se van a plantar,** para tener una mayor garantía de que se cumpla su función. Estas terrazas, capturarían, a lo largo de un año la siguiente cantidad:

1 terraza individual = 1.0864 m³ de agua

722 terrazas individuales = 784.41 m³ de agua

Cuadro VI.4. Retención de agua.

RETENCIÓN MÁXIMA (ZONA)	
AP (ha)	0.6890
Infiltración a compensar (m³)	1,410.56
Cantidad de agua real que puede capturar una terraza (m³)	1.0864
Número de obras propuestas	722
Agua que puede retener las obras (m³/año)	784.41
Años a necesitar para compensar la pérdida	1.00
Total de agua a retener	**784.41**

No obstante, como se mencionó antes, la retención de las terrazas individuales también dependerá de la cantidad de agua que se escurra en la superficie en la que serán construidas las terrazas, pues será ésta la cantidad disponible para su captación.

- **Capacidad de retención real en el sitio**

Para garantizar que el volumen será capturado con las terrazas individuales, es **necesario conocer el escurrimiento de la superficie en donde se pretende realizar las obras de conservación**, debido a que esa es la cantidad de agua que podrá ser capturada por las terrazas individuales.

Considerando lo anterior, podemos decir que se tratará de un sitio con las mismas condiciones que en el AP bajo este entendimiento, a continuación, se presentan los resultados de su balance hídrico:

Cuadro VI.5. Balance hídrico de la superficie para las terrazas individuales (plantación).

PLANTACIÓN		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	9,530.94	100.00
Volumen EVT	6,561.53	68.84
Volumen escurrimiento	1,632.93	17.13
Volumen infiltración	**1,336.47**	**14.02**

BH	**1.0**

Dentro del sitio se tiene un escurrimiento de 1,632.93 m³/año y lo que se necesita compensar por el tiempo que durará el CUS, es de **1,410.56 m³**, sin embargo, con el establecimiento de las **722 terrazas** para los individuos propuestos en la plantación, solamente se estaría reteniendo **784.41 m³ de agua al año**, es decir para compensar el total del volumen perdido por la ejecución del proyecto se necesitaran de **2 años y con ello se capturaran 1,568.82 m².** En este sentido no se está haciendo alusión al tiempo de 1.8 años debido a que la temporada de lluvias no se presenta en los primeros meses del año, por ello la estimación se proyecta a 2 años, esto con la finalidad de cumplir con las metas propuestas.

Con dicha medida se compensaría el total de agua que se perdería con la ejecución del proyecto, además **se obtendría una ganancia de 158.26 m³**, que representan el 11.2% más de lo perdido.

Cuadro VI.6. Resultados de agua capturada por las terrazas individuales.

Infiltración a compensar (m³)	Escurrimiento en el sitio (m³/año)	No. de obras propuestas (pza)	Plazo de retención (años)	Infiltración total retenida (m³)	Ganancia (m³)
1,410.560	1,632.93	722	2	1,568.82	158.26
1,410.560	**1,632.93**	**722**	**-**	**1,568.82**	**158.26**

A continuación, se presenta una proyección a 5 años, de la captura de agua con las obras de conservación:

Cuadro VI.7. Proyección de la captura de agua con las obras de conservación.

Año	Infiltración (m³) con proyecto (pérdida)	Infiltración (m³) con obras de conservación (ganancia)
1	1,410.56	784.41
2	**1,410.56**	**1,568.82**
3	1,410.56	2,353.24
4	1,410.56	3,137.65
5	1,410.56	3,922.06

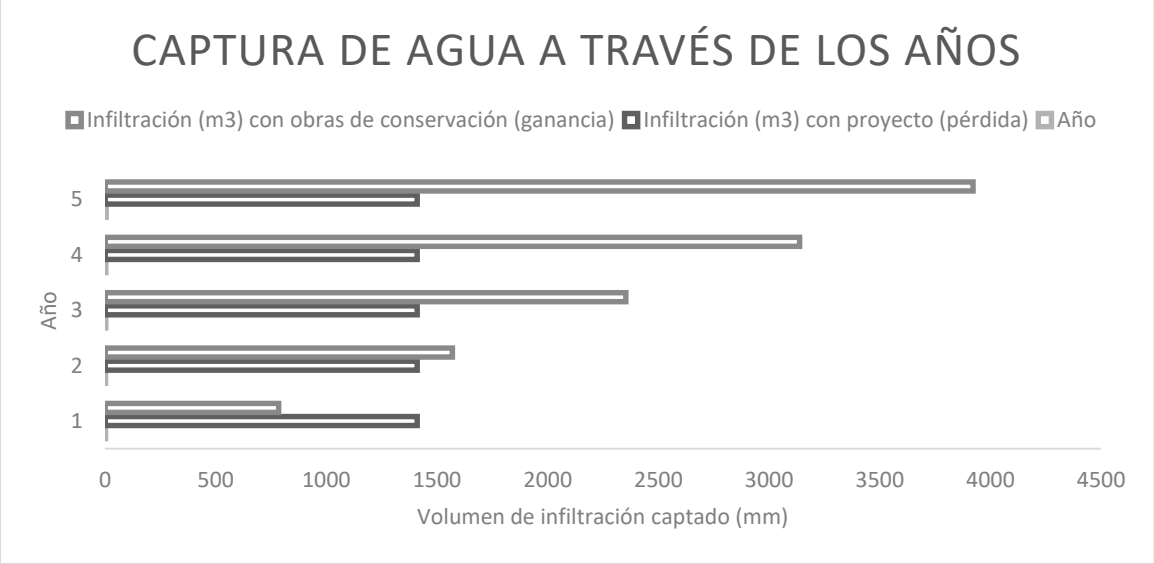


Figura VI.1. Captura de agua de las obras de conservación a través de los años.

Es decir que, con la elaboración de **722 terrazas individuales, se compensará en un periodo de 2 años, la pérdida de los 1,410.56 m³ de agua, que se ocasionarán por la implementación del CUS.**

Mantenimiento de las obras realizadas

Se estima una vida útil para las terrazas individuales de 5 años, por lo que, para garantizar su cumplimiento, se realizará un mantenimiento por año, durante 3 años. Éste consistirá principalmente en el deshierbe de la terraza y el reacomodo de la tierra alrededor de la misma.

Ubicación de las medidas

Cabe mencionar que las terrazas se establecerán en la misma superficie de la plantación, por lo que el sitio será definido por el promovente.

Se presenta la memoria de cálculo de este recurso en el ANEXO 12. MEMORIA DE CÁLCULO (DIGITAL) >> CAPÍTULO VI >> OBRAS DE CONSERVACIÓN_AGUA.

FLORA

Rescate y reubicación de ejemplares de flora (medida de mitigación)

Como medida de mitigación, se propone el rescate y la reubicación de parte de la flora silvestre encontrada dentro del Área del Proyecto. Para la selección de las especies, se aplicaron criterios de selección, elaborados a partir de las experiencias de los recorridos en campo y fundamentados en fuentes bibliográficas, mismos que **se presentan a detalle en el Programa de rescate y reubicación de flora en el apartado correspondiente.**

A continuación, se presenta el listado de los individuos que se rescatarán y se reubicarán.

Cuadro VI.8. Especies a rescatar y reubicar.

ESPECIES A RESCATAR Y REUBICAR							
ESTRATO ARBOREO							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**IND. TOTALES (RENUEVOS)**	**% RESCATE**	**INDIVIDUOS A RESCATAR**
1	Caricaceae	*Jacaratia*	*Jacaratia mexicana*	Bonete	472	55%	472
2	Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	32	70%	32
3	Malvaceae	*Guazuma*	*Guazuma ulmifolia*	Guacima	32	70%	32
TOTAL					**1,585**		**317**

Es decir, en total se rescatarán 317 individuos. Este número corresponde a los extrapolados de acuerdo a los sitios de muestreo, por lo que es probable que exista una variación en los encontrados en campo, sin embargo, se deberán de tomar las medidas necesarias para cumplir con las metas establecidas.

ESTRATO ARBÓREO

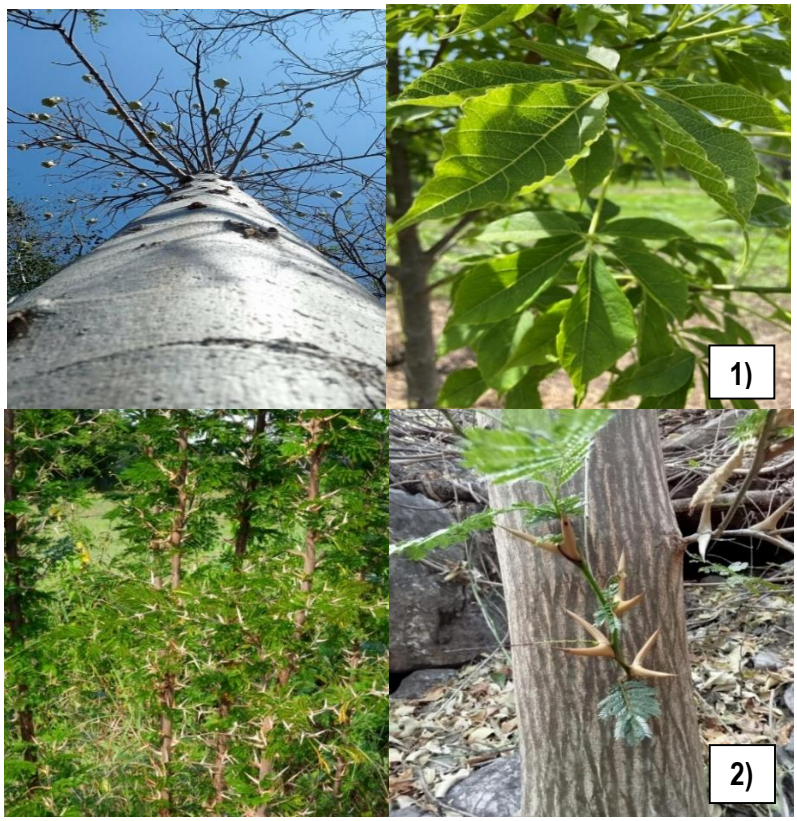




Imagen VI.6. Especies a rescatar y reubicar 1) *Jacaratia mexicana,* 2) *Vachellia cornigera,* y *3) Guazuma ulmifolia.*

PROPUESTA DEL SITIO DE REUBICACIÓN

Ubicación del sitio de reubicación

La reubicación de los individuos rescatados se realizará de la siguiente manera:

- **Áreas verdes del proyecto:** en ésta superficie se colocarán 70 individuos de *Vachellia cornígera.*
- **Área de plantación:** el resto de los individuos, se reubicarán en el área seleccionada para llevar a cabo la plantación.

Es decir, la distribución de los individuos a reubicar quedará de la siguiente forma:

Cuadro VI.9. Distribución de los individuos a rescatar y reubicar.

TIPO DE MEDIDA	IMPACTO A REMEDIAR	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS A RESCATAR	ÁREAS VERDES	PLANTACIÓN	TOTAL
Rescate y reubicación	Biodiversidad	*Jacaratia mexicana*	Bonete	179	---	179	179
		Vachellia cornigera	Cornizuelo	124	70	54	124
		Guazuma ulmifolia	Guacima	14		14	14
TOTAL				**317**	**70**	**247**	**317**

Para la colocación de 247 individuos en el área de rescate y reubicación, se requiere una superficie de 3,421 m².

La reubicación de los 70 individuos se realizará en un área de 0.0980 hectáreas, dentro de la superficie de áreas verdes en el CUSTF. A continuación, se presentan las coordenadas UTM WGS84 de los polígonos propuestos, así como el plano georreferenciado donde se ubican las áreas verdes:

Cuadro VI.10. Coordenadas UTMWGS84 del polígono propuesto para la reubicación de flora.

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
1	1	559943.96	1845081.81
	2	559921.88	1845070.75
	3	559918.93	1845076.64
	4	559921.35	1845077.84
	5	559923.58	1845073.37
	6	559941.74	1845082.45

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	7	559939.51	1845086.92
	8	559939.80	1845087.01
	9	559940.10	1845087.05
	10	559940.41	1845087.04
	11	559940.71	1845086.98
	12	559940.99	1845086.87

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	13	559941.26	1845086.72
	14	559941.49	1845086.52
	15	559941.69	1845086.29
	16	559941.85	1845086.03
2	1	559951.10	1845087.14
	2	559950.68	1845086.93
	3	559948.60	1845091.09
	4	559948.58	1845091.14
	5	559948.57	1845091.20
	6	559948.57	1845091.26
	7	559948.58	1845091.32
	8	559948.60	1845091.38
	9	559948.63	1845091.44
	10	559948.66	1845091.48
	11	559948.71	1845091.52
	12	559948.76	1845091.56
	13	559949.07	1845091.71
	14	559951.31	1845087.24
3	1	559929.28	1845090.00
	2	559929.22	1845090.00
	3	559929.16	1845090.00
	4	559929.10	1845090.02
	5	559929.05	1845090.05
	6	559929.00	1845090.09
	7	559928.96	1845090.14
	8	559928.93	1845090.19
	9	559928.77	1845090.50
	10	559937.45	1845094.84
	11	559937.60	1845094.53
	12	559937.63	1845094.48
	13	559937.64	1845094.42
	14	559937.64	1845094.37
	15	559937.64	1845094.31
	16	559937.62	1845094.26
	17	559937.60	1845094.21
	18	559937.57	1845094.16
	19	559937.54	1845094.12
	20	559937.50	1845094.09
	21	559937.45	1845094.06
	22	559929.40	1845090.03
	23	559929.34	1845090.01
4	1	559934.72	1845100.32
	2	559935.08	1845099.58
	3	559930.87	1845097.48
	4	559929.76	1845099.71
	5	559925.28	1845097.48
	6	559925.16	1845097.72
	7	559925.01	1845099.47
5	1	559911.76	1845110.37
	2	559913.04	1845095.18
	3	559917.38	1845095.56
	4	559913.48	1845093.61
	5	559918.09	1845084.38
	6	559915.67	1845083.17
	7	559907.91	1845098.68
	8	559906.01	1845121.06
	9	559910.74	1845121.48

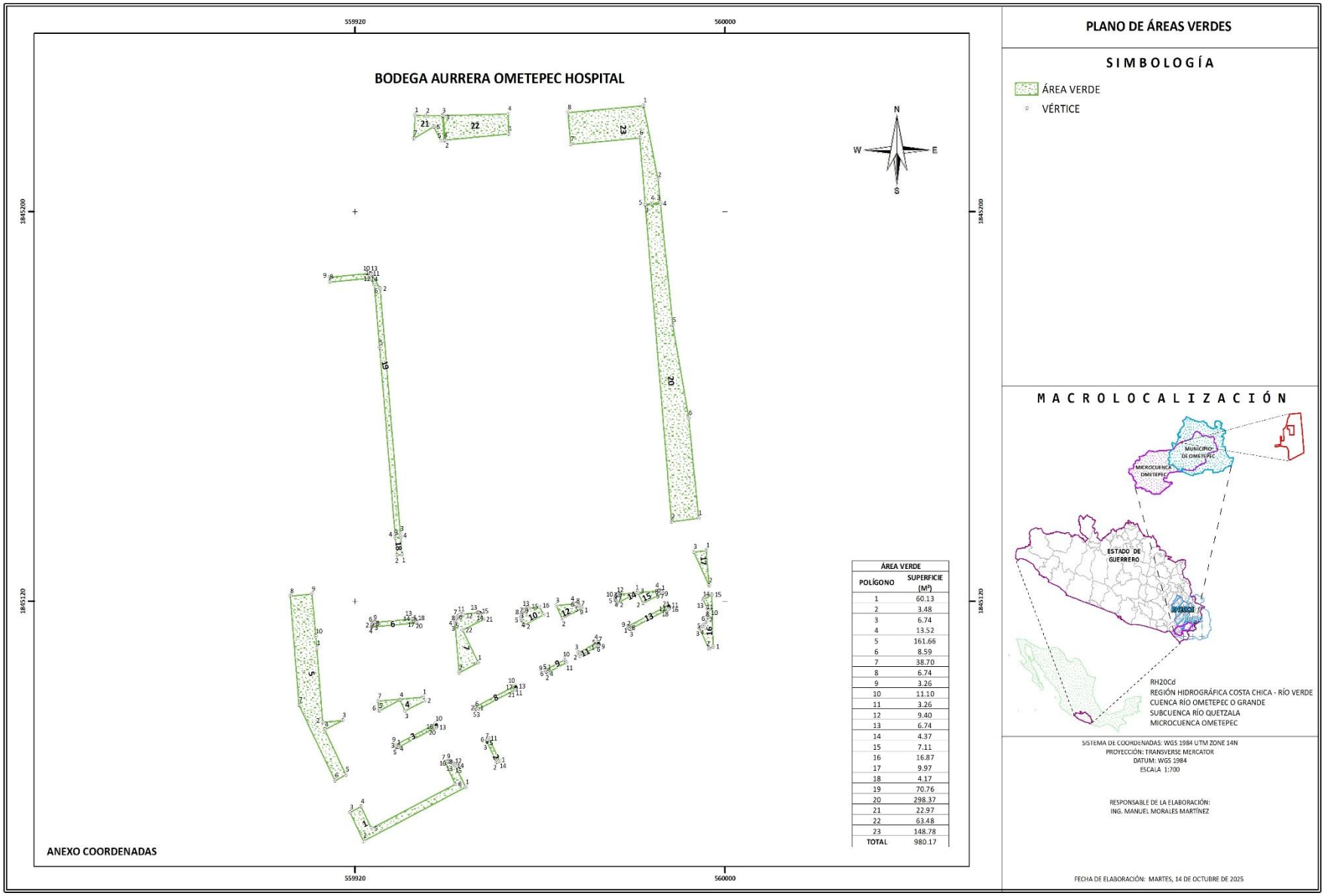
ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	10	559911.55	1845112.76
6	1	559933.34	1845115.56
	2	559923.66	1845114.71
	3	559923.65	1845114.85
	4	559923.67	1845114.99
	5	559923.71	1845115.13
	6	559923.76	1845115.26
	7	559923.84	1845115.37
	8	559923.94	1845115.48
	9	559924.05	1845115.56
	10	559924.17	1845115.63
	11	559924.31	1845115.68
	12	559924.44	1845115.70
	13	559932.41	1845116.40
	14	559932.55	1845116.40
	15	559932.68	1845116.38
	16	559932.80	1845116.34
	17	559932.92	1845116.28
	18	559933.03	1845116.20
	19	559933.13	1845116.11
	20	559933.21	1845116.00
	21	559933.27	1845115.89
	22	559933.31	1845115.76
	23	559933.33	1845115.63
7	1	559946.69	1845107.36
	2	559942.55	1845105.29
	3	559941.68	1845115.51
	4	559941.71	1845115.82
	5	559941.78	1845116.11
	6	559941.90	1845116.39
	7	559942.07	1845116.65
	8	559942.28	1845116.87
	9	559942.52	1845117.06
	10	559942.78	1845117.21
	11	559943.07	1845117.31
	12	559943.37	1845117.36
	13	559946.54	1845117.63
	14	559946.68	1845117.63
	15	559946.83	1845117.61
	16	559946.96	1845117.56
	17	559947.09	1845117.49
	18	559947.20	1845117.40
	19	559947.30	1845117.29
	20	559947.37	1845117.17
	21	559947.81	1845116.30
	22	559943.33	1845114.07
8	1	559946.48	1845097.78
	2	559946.42	1845097.78
	3	559946.36	1845097.78
	4	559946.30	1845097.80
	5	559946.25	1845097.83
	6	559946.20	1845097.87
	7	559946.16	1845097.92
	8	559946.13	1845097.97
	9	559945.97	1845098.28
	10	559954.65	1845102.62
	11	559954.81	1845102.31

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	12	559954.83	1845102.26
	13	559954.84	1845102.20
	14	559954.84	1845102.15
	15	559954.84	1845102.09
	16	559954.82	1845102.04
	17	559954.80	1845101.99
	18	559954.77	1845101.94
	19	559954.74	1845101.90
	20	559954.70	1845101.86
	21	559954.65	1845101.84
	22	559946.60	1845097.81
	23	559946.54	1845097.79
9	1	559961.69	1845105.38
	2	559961.63	1845105.38
	3	559961.57	1845105.39
	4	559961.51	1845105.41
	5	559961.45	1845105.44
	6	559961.41	1845105.47
	7	559961.37	1845105.52
	8	559961.33	1845105.57
	9	559961.18	1845105.88
	10	559965.38	1845107.99
	11	559965.69	1845107.36
	12	559961.80	1845105.41
	13	559961.75	1845105.39
10	1	559960.77	1845117.20
	2	559956.57	1845115.10
	3	559956.15	1845115.93
	4	559956.04	1845116.21
	5	559955.98	1845116.51
	6	559955.96	1845116.80
	7	559955.99	1845117.10
	8	559956.07	1845117.39
	9	559956.19	1845117.66
	10	559956.36	1845117.91
	11	559956.56	1845118.13
	12	559956.80	1845118.32
	13	559957.07	1845118.46
	14	559957.35	1845118.55
	15	559957.65	1845118.60
	16	559959.97	1845118.81
11	1	559972.54	1845110.78
	2	559968.65	1845108.84
	3	559968.33	1845109.46
	4	559972.54	1845111.56
	5	559972.69	1845111.25
	6	559972.71	1845111.20
	7	559972.73	1845111.15
	8	559972.73	1845111.09
	9	559972.73	1845111.04
	10	559972.71	1845110.98
	11	559972.69	1845110.93
	12	559972.66	1845110.89
	13	559972.63	1845110.85
	14	559972.58	1845110.81
12	1	559969.04	1845118.54
	2	559964.84	1845116.44

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	3	559963.51	1845119.12
	4	559967.45	1845119.45
	5	559967.77	1845119.43
	6	559968.08	1845119.34
	7	559968.37	1845119.21
	8	559968.63	1845119.02
	9	559968.86	1845118.80
13	1	559979.57	1845114.33
	2	559979.51	1845114.32
	3	559979.45	1845114.33
	4	559979.40	1845114.35
	5	559979.34	1845114.38
	6	559979.29	1845114.42
	7	559979.25	1845114.47
	8	559979.22	1845114.52
	9	559979.07	1845114.83
	10	559987.74	1845119.17
	11	559987.90	1845118.86
	12	559987.92	1845118.80
	13	559987.93	1845118.75
	14	559987.93	1845118.70
	15	559987.93	1845118.64
	16	559987.92	1845118.59
	17	559987.90	1845118.54
	18	559987.87	1845118.49
	19	559987.83	1845118.45
	20	559987.79	1845118.41
	21	559987.74	1845118.39
	22	559979.69	1845114.36
	23	559979.63	1845114.34
14	1	559981.07	1845121.76
	2	559976.69	1845119.57
	3	559976.39	1845120.18
	4	559976.34	1845120.31
	5	559976.31	1845120.45
	6	559976.30	1845120.58
	7	559976.31	1845120.72
	8	559976.35	1845120.85
	9	559976.41	1845120.98
	10	559976.48	1845121.09
	11	559976.58	1845121.19
	12	559976.69	1845121.28
	13	559976.81	1845121.34
	14	559976.94	1845121.39
	15	559977.08	1845121.41
15	1	559986.50	1845121.68
	2	559982.28	1845119.57
	3	559981.19	1845121.77
	4	559985.72	1845122.16
	5	559985.86	1845122.15
	6	559985.99	1845122.11
	7	559986.12	1845122.06
	8	559986.23	1845121.99
	9	559986.34	1845121.90
	10	559986.43	1845121.79
16	1	559997.51	1845110.68
	2	559996.61	1845110.23

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	3	559994.51	1845114.43
	4	559994.97	1845114.67
	5	559995.38	1845114.98
	6	559995.73	1845115.35
	7	559996.02	1845115.78
	8	559996.24	1845116.25
	9	559996.38	1845116.74
	10	559996.44	1845117.26
	11	559996.41	1845117.77
	12	559996.30	1845118.27
	13	559996.11	1845118.75
	14	559995.29	1845120.38
	15	559997.20	1845121.33
17	1	559996.01	1845130.40
	2	559996.61	1845123.22
	3	559993.26	1845130.15
18	1	559930.21	1845129.55
	2	559929.06	1845129.45
	3	559928.75	1845133.04
	4	559929.90	1845133.14
19	1	559923.64	1845187.09
	2	559925.48	1845184.19
	3	559929.84	1845133.83
	4	559928.69	1845133.73
	5	559925.34	1845172.08
	6	559924.22	1845184.87
	7	559923.29	1845186.32
	8	559914.59	1845185.56
	9	559914.50	1845186.56
	10	559923.27	1845187.32

ÁREAS VERDES PARA LA REUBICACIÓN			
SUPERFICIE 0.0980 ha			
POLÍGONO	VÉRTICE	X	Y
	11	559923.30	1845187.32
	12	559923.38	1845187.30
	13	559923.46	1845187.26
	14	559923.53	1845187.22
	15	559923.59	1845187.16
20	1	559994.35	1845137.07
	2	559988.49	1845136.33
	3	559982.81	1845201.36
	4	559986.09	1845201.65
	5	559988.78	1845176.69
	6	559992.21	1845157.61
21	1	559933.03	1845219.82
	2	559935.42	1845219.67
	3	559938.92	1845219.74
	4	559939.37	1845214.61
	5	559938.65	1845214.54
	6	559937.00	1845217.44
	7	559932.73	1845215.01
22	1	559953.25	1845215.95
	2	559939.56	1845214.72
	3	559939.12	1845219.75
	4	559953.16	1845220.05
23	1	559982.44	1845221.77
	2	559985.57	1845206.51
	3	559986.07	1845201.85
	4	559984.19	1845201.68
	5	559982.79	1845201.56
	6	559981.60	1845215.14
	7	559966.66	1845213.84
	8	559966.10	1845220.34



ÁREA VERDE	
POLÍGONO	SUPERFICIE (M^2)
1	60.13
2	3.48
3	6.74
4	13.52
5	161.66
6	8.59
7	38.70
8	6.74
9	3.26
10	11.10
11	3.26
12	9.40
13	6.74
14	4.37
15	7.11
16	16.87
17	9.97
18	4.17
19	70.76
20	298.37
21	22.97
22	63.48
23	148.78
TOTAL	980.17

Figura VI.2. Polígono propuesto para la reubicación de los individuos de flora rescatados.

FAUNA

Ahuyentamiento rescate y reubicación de ejemplares de fauna (medida de mitigación)

Con el propósito de no afectar individuos de alguna especie de fauna silvestre en las actividades efectuadas durante las etapas de desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte de material orgánico, se implementarán acciones de ahuyentamiento y reubicación, dependiendo.

AVIFAUNA

Generalmente la avifauna tenderá a huir al inicio de las actividades de Preparación del sitio, debido a su amplio rango de desplazamiento. De igual manera en muchos casos, las actividades del proyecto no suponen un riesgo para las especies de aves, debido a que algunas de ellas se encuentran ampliamente adaptadas a actividades antropogénicas.

En el caso de encontrar organismos que tengan establecidos nidos en las zonas de vegetación, deberá establecerse un programa de localización de nidos en los sitios de desmonte. En primera instancia se tratará de reubicar las nidadas a las áreas contiguas para que no sufran alteración y los progenitores ubiquen a los polluelos y sigan alimentándolos; en caso de que esta situación no ocurra, se procederá al rescate de los polluelos, los cuales deberán ser trasladados a sitios de crianza (UMAS o zoológicos) para su alimentación en caso de que la madre abandone el nido. Se recomienda y establece exclusivamente el ahuyentamiento de la avifauna por medio de megáfono/corneta.

TÉCNICAS

- Reproducción de sonidos

Cuadro VI.11. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de avifauna.

Técnica	Tipo de estímulo	Descripción	Particularidades
Reproducción de sonidos	Auditivo	La reproducción de sonidos busca generar estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.	Durante la aplicación de esta metodología se utilizará un megáfono/corneta, el cual resulta un eficiente ahuyentador tanto para aves, como para mamíferos y reptiles.

MASTOFAUNA

Aun cuando se encontraron en su mayoría evidencias indirectas de mastofauna en el AP durante el muestreo, es necesario tomar en cuenta a este grupo de fauna debido a que el área es potencialmente paso para varias especies de mamíferos.

Tomando en cuenta que la mastofauna es altamente susceptible al desplazamiento al percatarse del movimiento inusual y ruido constante, además de que los mamíferos reportados solo se encuentran de paso; se recomienda y establece para mamíferos grandes, el uso de ahuyentadores de sonido como el megáfono/corneta. Para el caso de mamíferos medianos y pequeños se recomienda el uso de trampas Tomahawk y tipo Sherman.

TÉCNICAS

- Reproducción de sonidos

Cuadro VI.12. Técnicas de ahuyentamiento de mastofauna.

Técnica	Tipo de estímulo	Descripción	Particularidades
Reproducción de sonidos	Auditivo	La reproducción de sonidos busca generar estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.	Durante la aplicación de esta metodología se utilizará un megáfono/corneta, el cual resulta un eficiente ahuyentador tanto para aves, como para mamíferos y reptiles.

HERPETOFAUNA

TÉCNICAS

- Reproducción de sonidos.

Cuadro VI.13. Descripción de las técnicas de ahuyentamiento de herpetofauna.

Técnica	Tipos de estímulo	Descripción	Particularidades
Reproducción de sonidos	Auditivo	La reproducción de sonidos busca generar estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.	Durante la aplicación de esta metodología se utilizará un megáfono/corneta, la cual resulta un eficiente ahuyentador para reptiles.



Imagen VI.7. Ejemplo de técnica de ahuyentamiento de herpetofauna.

La reubicación se llevará a cabo en áreas que ofrezcan condiciones similares a las de la vegetación del AP, para garantizar la adaptación y supervivencia de los individuos. Todo el proceso de manejo se realizará con un enfoque de respeto y trato digno hacia los ejemplares, priorizando su bienestar y evitando en todo momento situaciones de estrés que puedan causarles daño o mortalidad.

CAPTURA DE CARBONO

Para compensar la pérdida de carbono que se tendrá con la ejecución del proyecto en las 0.6890 hectáreas, se realizará una plantación de 722 individuos de especies representativas de la vegetación involucrada.

Plantación (medida de compensación)

Cuadro VI.14. Especies a plantar para la compensación de carbono.

Nombre científico	Nombre común	N° Individuos	C capturado
Andira inermis	Cuatololote	100	20.856
Tabebuia rosea	Roble rosa	200	21.137
Cedrela odorata	Cedro rojo	222	46.301
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	200	21.137
Total		**722**	**109.430**

RESULTADOS

La estimación de la compensación de captura de carbono se generó con el mismo modelo empleado para estimar la cantidad de carbono que hay actualmente en la vegetación del AP. Como en el caso anterior, la estimación de la biomasa de las especies propuestas para la plantación se realizó utilizando los modelos siguientes:

Cuadro VI.15. Ecuación alométrica para las especies a colocar en la plantación.

Especie	Ecuación	Referencia	Otras especies
Bursera simaruba	[0.064808]*[DBH^2.46998]	Rodríguez *et al*., 2008	*Andira inermis, Cedrela odorata*
Bursera penicillata	[0.5825]*[DBH^1.6178]	Návar, 2009b	*Tabebuia rosea, Handroanthus chrysanthus*

Para conocer la cantidad de carbono que capturarán los 722 individuos, se formuló un modelo predictivo para la estimación de acuerdo al incremento de las medidas alométricas (diámetro base y altura) que tendrán a través de los años y los resultados se multiplicaron por el número de individuos a plantar.

Dicha estimación se realizó para un escenario de 20 años hasta encontrar la compensación solicitada de carbono. Los resultados se presentan a continuación:

Cuadro VI.16. Acumulación de la biomasa aérea y carbono en la plantación.

ACUMULACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO EN LA PLANTACIÓN				
Años	Biomasa Total CUSTF (t)	Biomasa Acumulada Plantación (t)	Carbono Total CUSTF (t)	Carbono Acumulado Plantación (t)
1	48.909	0.044	100.297	0.046
2	48.909	0.150	100.297	0.147
3	48.909	1.095	100.297	0.974
4	48.909	2.983	100.297	2.538
5	48.909	5.936	100.297	4.900
6	48.909	10.065	100.297	8.120
7	48.909	15.471	100.297	12.254
8	48.909	22.247	100.297	17.355
9	48.909	30.478	100.297	23.469
10	48.909	40.246	100.297	30.642
11	48.909	51.626	100.297	38.916

ACUMULACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO EN LA PLANTACIÓN				
Años	Biomasa Total CUSTF (t)	Biomasa Acumulada Plantación (t)	Carbono Total CUSTF (t)	Carbono Acumulado Plantación (t)
12	48.909	64.690	100.297	48.330
13	48.909	79.506	100.297	58.924
14	48.909	96.141	100.297	70.732
15	48.909	114.657	100.297	83.791
16	48.909	135.115	100.297	98.134
17	**48.909**	**157.573**	**100.297**	**113.793**
18	48.909	182.088	100.297	130.799
19	48.909	208.715	100.297	149.183
20	48.909	237.507	100.297	168.974

Del cuadro anterior se pueden hacer los siguientes comentarios.

1. Con el proyecto se liberarán 100.297 toneladas de carbono que se encuentran en el suelo, la vegetación aérea y la biomasa de las raíces.
2. Con la eliminación de la vegetación se perderán 48.909 toneladas de biomasa.
3. Lo anterior significa que habrán de compensarse esas 100.297 toneladas de carbono.
4. Con los datos de la plantación del cuadro anterior tenemos que, en el **año diecisiete** se tendrá un acumulado de **113.793 toneladas de carbono contenido en el suelo, en la vegetación aérea y en la biomasa de las raíces**, compensando así la pérdida que se tendrá con la ejecución del proyecto.

En la siguiente figura, se muestra la representación gráfica del aumento de carbono y biomasa aérea en la plantación a través de los años, en donde se puede ver que, ***a partir del año 17, el contenido de carbono capturado compensará la pérdida que se dará por la remoción de la vegetación.***

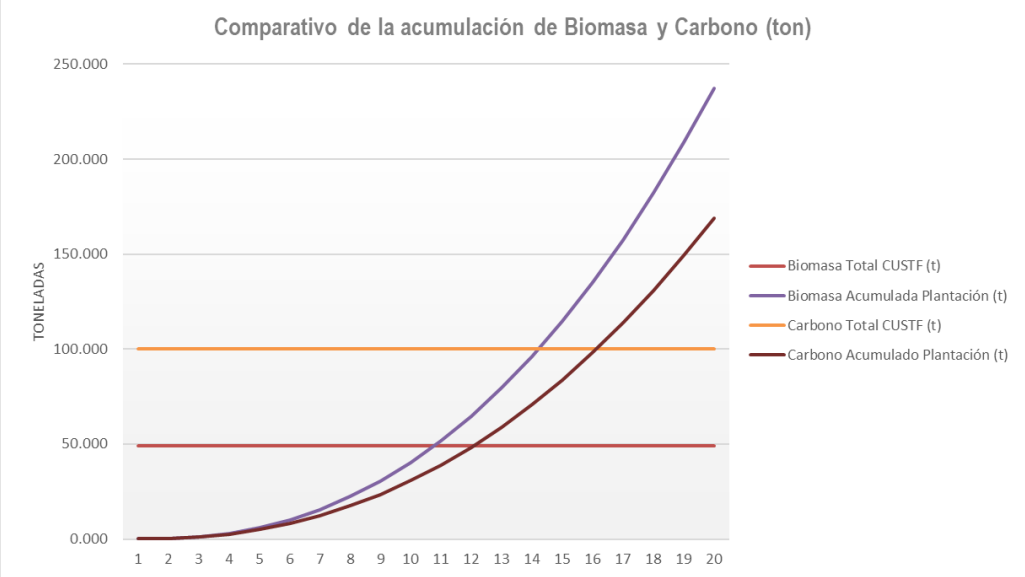


Figura VI.3. Predicción de la captura de carbono en la plantación.

En conclusión, el contenido de carbono que se perderá por la remoción de la vegetación en las 0.6890 ha. que se proponen en el proyecto es de 100.297 ton., suma del carbono contenido en la vegetación aérea,

biomasa de las raíces y del contenido de carbono en el suelo. Con el establecimiento de la plantación, equivalente a 1.0004 ha., se generarán a lo largo de 17 años 113.793 ton., lo que compensará la pérdida por la ejecución del proyecto.

Se presenta en el **ANEXO 11. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS** y la memoria de cálculo de carbono en el **ANEXO 12. MEMORIA DE CÁLCULO (DIGITAL),** ambos en el Capítulo VIII.

Ubicación de la plantación:

El sitio de plantación será definido por el promovente.

Criterios para determinar el establecimiento de la plantación:

- ✓ La especies plantadas deben ser endémicas o nativas.
- ✓ Las plantas al menos deberán haber soportado un periodo de secas y un periodo de heladas, es decir, contar por lo menos con un año y medio de edad, garantizando con lo anterior su establecimiento.
- ✓ La cantidad de plantas existentes debe ser de 722 plantas/ha., es decir el número total de plantas propuestas como medida de compensación (722 plantas) deberán de existir en el poligono o sitio de plantación.
- ✓ Las plantas deberán estar en buen estado de crecimiento, sanas y vigorosas, por lo que no deberán presentar signos físicos de ataques por plagas o enfermedades forestales, o en su defecto, signos de afectación por el pastoreo o inclemencias climatológicas.

Mantenimiento de la plantación:

De acuerdo al manual básico de prácticas de reforestación de la CONAFOR (2010), **recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia.**

Sin embargo, se propone el **mantenimiento de la plantación por 5 años**, garantizando que las plantas utilizadas están adaptadas al sitio y presentan un desarrollo óptimo.

De igual manera se considera que en ese tiempo las especies plantadas, estarán libres competencia de especies anuales herbáceas y sobre todo arbustivas, que podrían poner en riesgo la sobrevivencia de los individuos.

AIRE

Horarios de trabajo bajo normativa (medida de prevención)

Durante el periodo de operación y mantenimiento enfocado al cambio de uso de suelo se establecerán horarios de trabajo fijos señalados por las normas oficiales aplicables vigentes, con lo que se busca establecer un ritmo de trabajo a modo de que exista un balance entre el proyecto y la suspensión de partículas y el confort sonoro, además se busca que los trabajadores no sean sometidos a periodos largos y continuos de trabajo que pudieran ocasionar accidentes en el aspecto laboral.

Mantenimiento de la maquinaria y equipo (medida de prevención)

Como la medida lo indica se le dará mantenimiento a la maquinaria y al equipo a utilizar, esto será realizado previamente a las actividades del proyecto, pero fuera de dicha superficie, en caso necesario se deberán utilizar kits-antiderrame para la carga de combustible, evitando así la generación innecesaria de partículas y la contaminación del suelo.

PAISAJE

Platicas de concientización ambiental (medida de prevención)

El supervisor ambiental impartirá pláticas e instrucciones al personal de temas clave del medio ambiente, será dirigida a desarrollar conciencia sobre la importancia de conservar la biodiversidad.

Colocación de carteles preventivos (medida de prevención)

No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas. Por lo que se colocarán 4 carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.

Limpieza y retiro de la maquinaria (medida de mitigación)

Una vez concluidas cada una de las actividades de cambio de uso de suelo, se contempla el retiro de la maquinaria implementada dentro del área del proyecto, de modo que esto permita la realización de la limpieza del mismo.

MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

De manera consistente, independientemente de la etapa de desarrollo en que se encuentre el proyecto, deberán llevarse a cabo las siguientes **medidas generales** de mitigación de impactos negativos causados al ecosistema.

Delimitación de las superficies (medida de prevención)

Todas las actividades relacionadas al proyecto se restringirán únicamente a la superficie solicitada para el mismo (0.6890 ha.), evitando así la afectación de los sitios colindantes y sus recursos.

La delimitación se realizará previo al inicio de las actividades Preparación del sitio, con cinta de precaución y/o estacas de madera que se colocarán cada cierta distancia en los límites de las áreas a intervenir, sirviendo como soporte. Ésta, como todas las actividades mencionadas, se realizará bajo estricta supervisión, para evitar la generación de otro tipo de daños.

Colocación de sanitarios portátiles en el área de cambio (medida de prevención)

Se instalará 1 sanitario portátil dentro del AP con el objetivo de evitar la contaminación del suelo, además de evitar la emisión de gases a la atmósfera producto de la descomposición de residuos sanitarios. El **personal involucrado deberá hacer un uso correcto del mismo de manera obligatoria**, garantizando así su funcionalidad. Junto con su colocación, se le deberá dar el mantenimiento pertinente y recurrente.



Imagen VI.8. Ejemplo de la colocación de sanitarios portátiles.

Manejo de residuos (medida de prevención)

La ejecución del proyecto provocará la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos Peligrosos (RP). Cada uno de éstos tendrá su manejo especial, como se describe a continuación:

- **Residuos sólidos urbanos (RSU)**

Este tipo de residuos se generarán a raíz de la preparación y consumo de alimentos (restos de comida, botellas, bolsas, papel, etc.) por los trabajadores durante el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos del año 2020 de la SEMARNAT[1], en México una persona genera al día alrededor de 0.944 kg de basura. Bajo este entendido, si durante el desarrollo de las obras trabajarán alrededor de 80 personas, se estima entonces que se producirán diariamente 75.52 kilogramos.

Para conocer la cantidad de residuos que se generarán con el proyecto, hay que recordar que éste considera un periodo de 16 meses para ser ejecutado, de los cuáles los días laborables serán únicamente de lunes a viernes, por lo tanto, se considera que en 320 días laborables se llevará a cabo el proyecto, generando la cantidad de 24,166.40 kg de residuos sólidos urbanos. Lo anterior se presenta de manera resumida en el siguiente cuadro:

Cuadro VI.17. Estimación de los residuos sólidos urbanos.

Residuos sólidos urbanos (RSU)		
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**
Generación de residuos x día x persona	0.944	kg
Número de trabajadores	80	trabajadores
Generación de residuos x día	75.52	kg
Tiempo estimado para el proyecto	16	meses
Días laborables en el periodo de tiempo	320	días
Generación total de residuos	**24,166.40**	**kg**

[1] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Archivo digital en PDF consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

La recolección, transporte y disposición final de este tipo de residuos estará a cargo del servicio de limpia municipal, o bien, por una empresa legalmente conformada contratada para tal fin. El almacenamiento temporal de estos residuos se llevará a cabo en contenedores debidamente identificados, asignados con etiquetas correspondientes al tipo de residuos que serán depositados, mismos que se encontrarán en un extremo del AP.

- **Residuos peligrosos (RP)**

Como en el caso anterior, de acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos del año 2020 de la SEMARNAT[2], en México, **una pequeña empresa genera al año alrededor de 400 kg de residuos peligrosos, esta es la cantidad que se tomará como máxima a generar con la ejecución del proyecto.**

Los principales residuos peligrosos que se producirían serían: envases que contuvieron materiales peligrosos, tales como aceites y/o grasas, materiales que estuvieron en contacto o están impregnadas con sustancias peligrosas como trapos, estopas, artículos de limpieza, etc., y en caso de que suceda, suelos donde se tuvieron derrames de sustancias peligrosas como combustibles, solventes, etc.



Imagen VI.9. Ejemplo de la colocación de contenedores de residuos sólidos.

Evitar el derrame de materiales o sustancias (medida de prevención)

Durante los trabajos de operación de maquinaria y camiones podrán ocurrir derrames de sustancias que afecten directamente los mantos acuíferos provocando contaminación del agua, por lo tanto, deberán tomarse a consideración las previsiones necesarias para evitar derrames o escurrimientos de dichos materiales, por ejemplo, asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento o algún otro material impermeable y resistente), para cambios de aceite y/o carga de combustible.

[2] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Archivo digital en PDF consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

- **Prohibir el acceso a zonas ajenas al proyecto (medida de prevención)**

Se deberán tomar las acciones necesarias para impedir el acceso en áreas ajenas al proyecto, como las áreas de predios aledaños. Esto es para evitar que se haga algún uso de recursos, o daño a los mismos. De la misma manera, la utilización de los caminos de acceso representa la posibilidad de acceder más fácilmente a ciertas áreas y hacer uso de los recursos de esos sitios que antes eran inaccesibles.

- **Seguimiento riguroso de la normatividad y reglamentación aplicables (medida de prevención)**

Como una medida de mitigación preventiva y de reducción de impactos, la empresa deberá acatar todas las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables en los diferentes ámbitos del proyecto.

- **Medidas para conservar y proteger el hábitat de conformidad con las disposiciones legales aplicables (medida de prevención)**

Es importante señalar que toda la vegetación que se encuentra en las **0.6890 ha** de las cuales se está solicitando el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, será extraída con motivo de la implementación del proyecto, por lo que las medidas que se prevén para conservar y proteger el hábitat serán realizadas durante el mismo cambio de uso del suelo. Dichas medidas son las siguientes:

- Las actividades se realizarán durante el día y terminarán por la tarde, que es cuando comienza la actividad de la fauna silvestre.
- Quedará estrictamente prohibida la extracción o captura de cualquier especie silvestre que se encuentre en la zona del proyecto.

VI.1.1 CRONOGRAMA GENERAL DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

El plazo solicitado para llevar a cabo el cambio de uso de suelo es de 16 meses. Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ocasionados por la implementación del mismo, se proponen acciones específicas para los componentes (suelo, agua, flora, fauna y servicios ambientales), los tiempos se muestran en el cronograma de actividades.

Cuadro VI.18. Cronograma de medidas contra impactos y seguimiento.

Etapa	Obra y/o actividad	Programa de trabajo																												
		Año																												
		Mes																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	…	24	3	4	5	10	15	20	30	40	50
Preparación del sitio	Desmonte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Extracción de materias primas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Despalme	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Preparación del sitio (Medidas de prevención, mitigación y/o compensación)	Delimitación de las áreas de trabajo	X	X	X	X																							
	Platicas de concientización ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Rescate de fauna silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Rescate de flora silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Colocación de carteles preventivos	X	X																									
	Colocación y uso de sanitarios portátiles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Rescate del material orgánico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	*Riegos con agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Elaboración de terrazas individuales para el recurso agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	Plantación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Monitoreo y seguimiento de las medidas)	Mantenimiento de los individuos de flora reubicados																	X	X	X	X	X						
	Monitoreo de las especies de fauna silvestre																	X	X	X	X	X						
	Mantenimiento de las terrazas individuales																	X	X	X	X	X						
	Mantenimiento de la plantación																	X	X	X	X	X						
	Reposición de planta													X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Chaponeo													X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Riegos de auxilio																			X	X	X						
	Recorridos de inspección fitosanitarios													X	X	X	X	X	X	X	X	X						

Seguimiento de las obras propuestas

Posterior al cambio de uso de suelo, se ejecutará el seguimiento de algunas acciones propuestas; por ejemplo: se realizará el monitoreo de las especies de flora rescatadas durante el cambio de uso de suelo y posterior a ello, así como el chequeo y mantenimiento de la plantación durante 5 años.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

De los impactos adversos que este proyecto puede producir, ninguno se valoró como severo o crítico. Todos los impactos adversos son catalogados como "no significativos", es decir, por su baja significancia no ponen en riesgo la viabilidad del proyecto.

Los impactos residuales son aquellos que persisten una vez aplicadas las medidas de prevención y mitigación de un proyecto, se trata de los impactos reales que se estarán produciendo con el proyecto durante el tiempo que éste se encuentre operando y una vez concluido.

De los impactos evaluados, la mayoría de ellos pueden ser mitigados y/o compensados, únicamente para la "modificación del hábitat" y la "modificación del paisaje", no es factible aplicar medidas de mitigación, por lo que son éstos los que constituyen el grupo de los impactos residuales.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades que ocasionarán en cierto grado de significancia los impactos residuales antes mencionados, siendo las más importantes (moderadamente) el "desmonte y despalme".

Cuadro VI.19. Impactos residuales del proyecto.

Indicador de impacto	Actividad	Significancia / Índice de impacto		
		Muy bajo	Bajo	Moderado
Modificación del hábitat	Desmonte			1
	Extracción de materias primas		1	
	Despalme			1
Modificación del paisaje	Desmonte			1
	Extracción de materias primas		1	
	Despalme			1
Total		**0**	**2**	**4**

Esos impactos se deben al efecto adverso sobre el factor ambiental "paisaje" y el de "fauna", propiamente de las áreas forestales, al remover toda la vegetación para la construcción del proyecto**,** la importancia de dichos impactos está determinada por una persistencia alta y una reversibilidad muy baja de los cambios inducidos. Considerando que la operación del proyecto es de por lo menos 50 años (pudiéndose alargar este plazo de acuerdo a la valoración), la superficie ocupada por ésta permanecerá sin cobertura vegetal.

Cabe mencionar que, el diseño del proyecto contempla la construcción de áreas verdes, en las que se reubicarán algunos de los individuos rescatados de la vegetación original encontrada en el predio y por ende en el AP.

Otro punto a considerar es que, a manera de compensación se llevará a cabo un programa de plantación, con el cual se buscará conservar especies florísticas y restaurar una superficie de tamaño similar dentro del Sistema Ambiental.

Para los demás impactos, se proponen medidas de prevención y mitigación, que dan la posibilidad de evitar o controlar sus efectos, por lo cual se prevé igualmente, que no pondrán en riesgo el funcionamiento del Sistema Ambiental y por lo tanto no representan obstáculos para la viabilidad del presente proyecto.

VI.3 BIBLIOGRAFÍA

Yerena Y. J. I., Jiménez P. J., Alanís R. E., Aguirre C. O. A., González T. M. A., & Treviño G. E. J. (2014). Dinámica de la captura de carbono en pastizales abandonados del noreste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems,* 17(1),113-121. [fecha de Consulta 10 de junio de 2025]. ISSN: Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93930735009.

Martínez G. C. A. (2021). *Estimación del contenido de carbono en la selva mediana perennifolia en Tizimín, Yucatán, México.* Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales. 1080315220.pdf.

Aguirre C. O. A. & Jiménez P. J. (2019). Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. *Revista Mexicana de ciencias forestales,* 2(6), 73-84. https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i6.575.

Bautista H. J. & Torres P. J. A. (2003). Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del Ejido Noh Bec, Quintana Roo, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente,* 9(1),69-75. [fecha de Consulta 11 de junio de 2025]. ISSN: 2007-3828. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62990107.

Casiano D. M., Paz P., F., Rojo M. M., Covaleda O. S., & Aryal, D. R. (2018). El carbono de la biomasa aérea medido en cronosecuencias: primera estimación en México. *Madera y Bosques*, *24*. https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401894.

Briones V. O. L. (2020). Almacén de carbono en los desiertos de México. *Revista de divulgación científica y tecnología de la Universidad Autónoma de Nuevo León.* EL ALMACÉN DE CARBONO EN LOS DESIERTOS DE MÉXICO – Ciencia UANL.

Campo J., García O. F., Navarrete S. A., & Siebe C. (2016). Almacenes y dinámica del carbono orgánico en ecosistemas forestales tropicales de México, Terra Latinoamericana 34: 31-38. View of Vol. 34 No. 1 (2016).

Vega L. E. (2008), Valor económico potencial de las áreas naturales protegidas federales de México como sumideros de carbono, *The Nature Conservancy-México.* (PDF) Valor económico potencial de las áreas naturales protegidas federales de México como sumideros de carbono.

Guzmán S. J. C., De los Santos. P. H. M., Vargas L. B., Goméz C. M., & Marroquín M. P. (2024). Estimación de biomasa y carbono aéreo en bosques templados del sur de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.* 11(2): e3934, 2024 https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3934.

Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras prácticas. México. Editorial Equilátero.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Archivo digital en PDF consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf.

Russo R. (2009). Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth. Unidad de carbono neutro. Archivo en formato PDF consultado en https://www.researchgate.net/publication/236593400_GUIA_PRACTICA_PARA_LA_MEDICION_DE_LA_CAPTURA_DE_CARBONO_EN_LA_BIOMASA_FORESTAL el día 11/06/25.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE GENERAL

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 2
VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 2
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 7
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... 9
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL 11
VII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 15
VII.6 BIBLIOGRAFÍA..... 22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Erosión actual en el AP. 2
Cuadro VII.2. Diversidad de fauna en el AP. 4
Cuadro VII.3. Ecuaciones alométricas usadas para determinar la biomasa de la vegetación presente en el AP. 5
Cuadro VII.4. Biomasa presente en la vegetación del AP. 5
Cuadro VII.5. Carbono contenido en la biomasa aérea de la vegetación del AP. 6
Cuadro VII.6. Carbono almacenado en la biomasa subterránea (raíces). 6
Cuadro VII.7. Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México. 7
Cuadro VII.8. Contenido de carbono total en el AP. 7
Cuadro VII.9. Proyección de la erosión con remoción de la vegetación en el AP. 8
Cuadro VII.10. Proyección de la pérdida de infiltración con la remoción de la vegetación en el AP. 8
Cuadro VII.11. Volumen de agua infiltrada (m^3) que se compensara con las terrazas individuales. 9
Cuadro VII.12. Cuadro comparativo de los escenarios (sin proyecto, con proyecto y con medidas de mitigación). 11
Cuadro VII.13. Programa de manejo ambiental. 17
Cuadro VII.14. Programas elaborados para la ejecución de las medidas. 19
Cuadro VII.15. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 19
Cuadro VII.16. Costos de ejecución de los programas. 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Balance hídrico de la vegetación en el AP. 2

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Condiciones de la vegetación en la superficie del proyecto (1). 3
Imagen VII.2. Condiciones de la vegetación en la superficie del proyecto (2). 3
Imagen VII.3. Imágenes representativas de algunas especies de fauna que utilizan el AP como paso. 4

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Considerando la detallada descripción ecológica de las tres unidades de análisis (Sistema Ambiental y Área del Proyecto) que conforma al capítulo IV de esta MIA, en esta sección se presenta un análisis sintético y se lleva a cabo una proyección que muestra cual será el resultado de realizar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación sobre los impactos ambientales generados. Únicamente se mostrarán los aspectos que nos permitan evaluar la diferencia entre los escenarios.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

VII.1.1 SUELO

Actualmente en el área del proyecto se tiene una erosión de **2.28 ton/año**, las cuales corresponden a la hídrica, debido a que, por las condiciones del terreno no existe erosión eólica.

Cuadro VII.1. Erosión actual en el AP.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL (ton/año)
Hídrica	2.28
Eólica	0.00
TOTAL	**2.28**

VII.1.2 AGUA

De acuerdo a la estimación y análisis del balance hídrico presentado en el Capítulo IV de este estudio, sabemos que en el AP de **0.6890 ha.**, se tiene un volumen de **infiltración anual de 1,336.47 m³** y un volumen de **1,632.93 m³ de escurrimiento**, como se presenta en la gráfica siguiente:

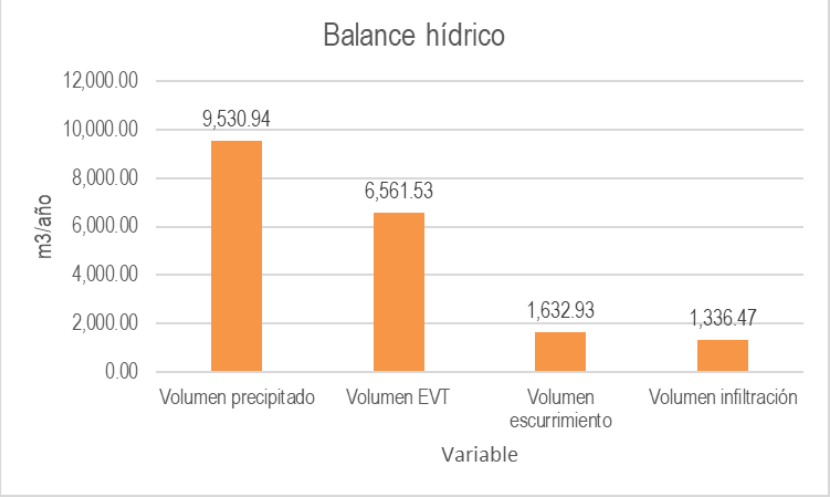


Figura VII.1. Balance hídrico de la vegetación en el AP.

VII.1.3 FLORA

En cuanto a la flora, la vegetación en la superficie se compone de 112 individuos adultos y 1,585 renuevos del estrato arbóreo, 551 individuos del estrato arbustivo y 13,780 individuos del estrato herbáceo.



Imagen VII.1. Condiciones de la vegetación en la superficie del proyecto (1).



Imagen VII.2. Condiciones de la vegetación en la superficie del proyecto (2).

VII.1.4 FAUNA

En lo que respecta a la fauna, se considera que en el AP se pueden encontrar 14 especies de avifauna, 2 de mastofauna y 3 de herpetofauna.

Cuadro VII.2. Diversidad de fauna en el AP.

GRUPO	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
Avifauna	7	13	14
Mastofauna	2	2	2
Herpetofauna	3	3	3



Imagen VII.3. Imágenes representativas de algunas especies de fauna que utilizan el AP como paso.

VII.1.5 CONTENIDO DE CARBONO

Actualmente, el AP ya cuenta con un almacenamiento de carbono tanto en la vegetación como en el suelo.

Para estimar el contenido de carbono (CO_2) presente en la vegetación a remover por el CUS, se usaron las ecuaciones alométricas de la publicación denominada *Compilation of allometric equation database and metadata; writing of methodology and parts of the results and discusión (F Rojas-Gracia, 2015).* Dicho

Aspidoscelis guttatus

documento concentra 478 ecuaciones alométricas para estimar biomasa de árboles y bosques mexicanos. De acuerdo a las especies a remover, se eligieron las ecuaciones alométricas correspodientes y, en el caso de no encontrarse, se emplearon ecuaciones de otras especies con las que comparten características como su fisonomía. A continuación, se presenta un resumen de las ecuaciones que se emplearon:

Cuadro VII.3. Ecuaciones alométricas usadas para determinar la biomasa de la vegetación presente en el AP.

Forma de vida	Especie	Ecuación	Referencia	Otras especies
Árbol	*Bursera simaruba*	[0.064808]*[DBH^2.46998]	Rodríguez *et al*., 2008	*Andira inermis, Bursera simaruba, Cedrela odorata, Coccoloba barbadensis, Cordia elaeagnoides* y *Enterolobium cyclocarpum*
Árbol	Ficus	[0.027059]*[DBH^2.86357]	Rodríguez *et al*., 2006	*Ficus insipida*
Árbol	Guazuma ulmifolia,	[0.5825]*[DBH^1.6178]	Návar, 2009b	*Guazuma ulmifolia, Handroanthus chrysanthus, Mangifera indica, Samanea saman, Spondias purpurea, Tabebuia rosea, Tamarindus indica, Vachellia cornigera* y *Vitex mollis*

1. CARBONO EN LA VEGETACIÓN AÉREA DEL AP

Una vez seleccionadas las ecuaciones, se estimó la cantidad de carbono presente en la vegetación que hay en el AP. Los resultados se presentan a continuación:

Cuadro VII.4. Biomasa presente en la vegetación del AP.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)	BIOMASA TOTAL (ton)
Andira inermis	Cuatololote	14	22.50	8.00	1.4875	1.984
Bursera simaruba	Palo mulato	1	8.00	3.50	0.0109	0.011
Cedrela odorata	Cedro rojo	2	32.00	10.50	1.0481	0.677
Coccoloba barbadensis	Jobero	2	19.50	6.50	0.2663	0.199
Cordia elaeagnoides	Bocote	27	22.52	6.89	4.9560	3.835
Enterolobium cyclocarpum	Parota	3	71.00	11.67	5.3736	7.266
Ficus insipida	Amate	4	79.25	11.00	13.6850	29.668
Guazuma ulmifolia	Guacima	6	13.00	4.83	0.2589	0.222
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	7	23.00	7.43	1.4773	0.651
Samanea saman	Cenizaro	8	51.25	9.75	5.3646	2.718
Tabebuia rosea	Roble rosa	7	26.14	9.86	3.0905	0.801
Vachellia cornigera	Cornizuelo	23	13.26	6.78	1.3739	0.877
TOTAL		**104**	**-**	**-**	**38.393**	**48.909**

De acuerdo al cuadro anterior, sabemos que la biomasa de la vegetación aérea del AP es de **48.909** ton., entendiendo por *vegetación aérea* a la correspondiente al fuste y follaje.

Con la información obtenida de la biomasa de la vegetación aérea, se estimó su contenido de carbono con la siguiente ecuación[1]:

[1] Russo R. (2009). Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth. Unidad de carbono neutro. Archivo en formato PDF consultado en https://www.researchgate.net/publication/236593400_GUIA_PRACTICA_PARA_LA_MEDICION_DE_LA_CAPTURA_DE_CARBONO_EN_LA_BIOMASA_FORESTAL el día 11/06/25.

$$Contenido\ de\ carbono = biomasa\ aérea\ x\ 0.5$$

*Recordando que, el contenido de carbono se considera como el 50% del total de la biomasa de un árbol.

Los resultados del contenido de carbono en la biomasa aérea de la vegetación se presentan a continuación:

Cuadro VII.5. Carbono contenido en la biomasa aérea de la vegetación del AP.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)	BIOMASA TOTAL (ton)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (ton)
Andira inermis	Cuatololote	14	22.50	8.00	1.4875	1.984	**0.992**
Bursera simaruba	Palo mulato	1	8.00	3.50	0.0109	0.011	**0.006**
Cedrela odorata	Cedro rojo	2	32.00	10.50	1.0481	0.677	**0.338**
Coccoloba barbadensis	Jobero	2	19.50	6.50	0.2663	0.199	**0.100**
Cordia elaeagnoides	Bocote	27	22.52	6.89	4.9560	3.835	**1.917**
Enterolobium cyclocarpum	Parota	3	71.00	11.67	5.3736	7.266	**3.633**
Ficus insipida	Amate	4	79.25	11.00	13.6850	29.668	**14.834**
Guazuma ulmifolia	Guacima	6	13.00	4.83	0.2589	0.222	**0.111**
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	7	23.00	7.43	1.4773	0.651	**0.325**
Samanea saman	Cenizaro	8	51.25	9.75	5.3646	2.718	**1.359**
Tabebuia rosea	Roble rosa	7	26.14	9.86	3.0905	0.801	**0.400**
Vachellia cornigera	Cornizuelo	23	13.26	6.78	1.3739	0.877	**0.439**
TOTAL		**104**	**-**	**-**	**38.393**	**48.909**	**24.454**

Como resultado, se tiene una concentración de **24.454 ton.** de carbono contenido en la biomasa aérea, es decir, en el fuste y follaje de la vegetación arbórea.

2. CARBONO EN LAS RAÍCES DE LA VEGETACIÓN DEL AP

Asimismo, para determinar el contenido de carbono almacenado en la parte subterránea, se estimó la biomasa de las raíces en función de la biomasa aérea y por tipo de ecosistema, a partir de la metodología propuesta por Cairns et al (1997) citada en el Protocolo de estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México (Donación del Ministerio de Asuntos Internacionales del Gobierno de Noruega, publicado por la CONAFOR en Zapopan, Jalisco, México. Dicho documento señala 2 ecuaciones, la primera aplicable a bosques templados y la segunda ecuación para bosques tropicales:

(Y) = exp(-1.0587 + 0.8836(ln (Cba))+0.2840 **(Bosques templados)**

(Y) = exp(-1.0587 + 0.8836 (ln(Cba))) **(Bosques Tropicales)**

Como la vegetación del AP corresponde a bosques tropicales, se consideró la segunda ecuación. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro VII.6. Carbono almacenado en la biomasa subterránea (raíces).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)	CARBONO TOTAL RAÍCES (t)
Andira inermis	Cuatololote	14	22.50	8.00	1.4875	0.992	0.345
Bursera simaruba	Palo mulato	1	8.00	3.50	0.0109	0.006	0.004
Cedrela odorata	Cedro rojo	2	32.00	10.50	1.0481	0.338	0.133
Coccoloba barbadensis	Jobero	2	19.50	6.50	0.2663	0.100	0.045
Cordia elaeagnoides	Bocote	27	22.52	6.89	4.9560	1.917	0.617

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° DE ÁRBOLES TOTALES	DN PROMEDIO (cm)	ALT PROMEDIO (m)	VOLUMEN TOTAL (m^3 V.T.A.)	CARBONO VEGETACIÓN AÉREA (t)	CARBONO TOTAL RAÍCES (t)
Enterolobium cyclocarpum	Parota	3	71.00	11.67	5.3736	3.633	1.085
Ficus insipida	Amate	4	79.25	11.00	13.6850	14.834	3.760
Guazuma ulmifolia	Guacima	6	13.00	4.83	0.2589	0.111	0.050
Handroanthus chrysanthus	Roble amarillo	7	23.00	7.43	1.4773	0.325	0.129
Samanea saman	Cenizaro	8	51.25	9.75	5.3646	1.359	0.455
Tabebuia rosea	Roble rosa	7	26.14	9.86	3.0905	0.400	0.154
Vachellia cornigera	Cornizuelo	23	13.26	6.78	1.3739	0.439	0.167
TOTAL		**104**	**-**	**-**	**38.393**	**24.454**	**6.942**

Conforme a la ecuación para bosques tropicales, el carbono almacenado en la biomasa de las raíces es de **6.942 toneladas.**

3. CARBONO EN EL SUELO DEL AP

Finalmente, para conocer el contenido de carbono que se encuentra en el suelo del AP se tomará la cantidad propuesta en la publicación de Índices de contenido y captura de carbono en áreas forestales, UNAM, México, Información citada en Ordóñez, José Antonio (2004), mencionada anteriormente.

Cuadro VII.7. Carbono almacenado en ecosistemas terrestres de México.

Diferentes ecosistemas terrestres	Vegetación aérea (ton/ha)	Suelo (ton/ha)	Raíces (ton/ha)	Total (ton/ha)
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de *Quercus*	105	126	5	236
Bosque tropical perennifolio	186	115	4	305
Bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso	**54**	**100**	**0**	**154**
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282

Fuente: Información citada en Ordóñez, José Antonio (2004), Índices de contenido y captura de carbono en áreas forestales, UNAM, México.

De la información anterior, el contenido de carbono que se almacena en el suelo de los ecosistemas de *Bosque de tropical caducifolio, subcaducifolio y espinoso* es de 100 ton/ha y con dicha cantidad estimamos la cantidad en las 0.6890 ha. del AP, lo que nos da un resultado de 68.90 ton.

Por lo tanto, el contenido de carbono total que se encuentra en el AP es de 100.297 ton., resultado de la suma de las 24.454 ton de carbono en la vegetación aérea, 6.942 ton de carbono contenido en las raíces y 68.90 ton. de carbono en el suelo.

Cuadro VII.8. Contenido de carbono total en el AP.

Vegetación aérea (ton)		Raíces (ton)		Suelo (ton)	=	Carbono total a compensar (ton)
24.454	+	6.942	+	68.900	=	**100.297**

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

VII.2.1 SUELO

Una vez removida la vegetación en el AP, tendríamos un aumento en la erosión de 2.28 ton/año a **7.02 ton/año**:

Cuadro VII.9. Proyección de la erosión con remoción de la vegetación en el AP.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL (ton/año)	EROSIÓN CON REMOCIÓN (ton/año)
Hídrica	2.28	7.02
Eólica	0.00	0.00
TOTAL	**2.28**	**7.02**
EROSIÓN POR EJECUCIÓN DEL PROYECTO		**4.74**
EROSIÓN POR PLAZO TOTAL DEL PROYECTO		**9.47**

Lo anterior quiere decir que, por la ejecución del proyecto tendremos un aumento de 4.74 ton/año (resultado de la erosión con proyecto menos la actual), sin embargo, considerando que el plazo solicitado para ejecutar el CUS es de 16 meses, se toma en cuenta este tiempo para estimar la pérdida de suelo, siendo un total de **9.47 ton/año,** volumen que se buscará compensar mediante las obras indicadas.

VII.2.2 AGUA

Al realizar la proyección del balance hídrico tras la remoción de la vegetación en el AP, se tendrá como resultado un aumento en el escurrimiento de 1,632.93 m^3 a **2,338.21 m^3** y por ende una pérdida en el volumen de agua que se infiltra, pasando de 1,336.47 m^3 a **631.19 m^3**. Estos resultados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro VII.10. Proyección de la pérdida de infiltración con la remoción de la vegetación en el AP.

Balance hídrico	Actual (m^3/año)	Con remoción (m^3/año)
Volumen escurrimiento	1,632.93	2,338.21
Volumen infiltración	1,336.47	631.19

Por lo tanto, la pérdida de infiltración que se tendrá con la remoción de la vegetación es de 705.28, m^3 al año, resultado de la infiltración actual menos la infiltración a perder. Y recordando el plazo de ejecución de 16 meses, el volumen que se perderá en tiempo indicado es de **1,410.56 m^3,** que se buscará compensar mediante las obras propuestas.

VII.2.3 FLORA

La ejecución del proyecto afectará a toda la superficie de cambio de uso de suelo, pues ***se removerá toda la vegetación del área*** para dar lugar al uso propuesto y dejar el suelo expuesto a las condiciones climáticas.

Es importante recalcar que, aunque sea removida toda la vegetación, la biodiversidad no se verá comprometida, tal como se detalló en el Capítulo VI.

VII.2.4 FAUNA

Una vez que se elimine la cubierta vegetal del AP, se perderá su función ecológica, lo que conllevará la desaparición de hábitats, fuentes de alimento y refugios para la fauna. Además, el área desempeña un papel crucial como corredor de paso para diversas especies. Este cambio no solo afectará a las especies y el número de individuos actualmente registrados, sino que, también impactará negativamente a toda la fauna potencial en las inmediaciones.

La eliminación de áreas forestales promueve la fragmentación del hábitat y la creación de fragmentos o islas forestales, aumentando las distancias entre ellos. Este incremento en la separación de los parches forestales genera un mayor riesgo de mortalidad para la fauna silvestre debido a atropellamientos, depredación por animales domésticos (*Canis lupus familaris* y *Felis silvestris catus*), y encuentros con seres humanos, especialmente en el caso de las serpientes.

VII.2.5 CARBONO

La ejecución del proyecto afectará a toda la vegetación presente en la superficie solicitada, por lo tanto, la captura de carbono se verá completamente afectada, lo que quiere decir que una vez ejecutado éste, **NO EXISTIRÁ CAPTURA DE CARBONO.**

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

VII.3.1 SUELO

Así como en el caso anterior, después de la remoción de la vegetación, la capa superficial queda expuesta al viento y a la lluvia, lo que aumenta la erosión del suelo, sin embargo, con el rescate de material orgánico que será utilizado para acondicionar la superficie para plantación, siendo un total de **75.79 ton., se mitiga la pérdida de suelo ocasionado por las actividades referentes al proyecto. Cabe recalcar que esta medida podrá realizarse considerando la existencia o no de material rescatable en óptimas condiciones, bajo este escenario, como meta principal se buscará rescatar por lo menos el volumen para mitigar lo que se perderá por la ejecución del proyecto, es decir las 9.47 ton.**

Además, se tendrá humedecida el AP durante el tiempo que duren las actividades de cambio de uso de suelo, por lo que con esta medida de prevención la erosión por acción del aire sería prácticamente de **cero.**

VII.3.2 AGUA

Dado que el proyecto consiste en la remoción de la vegetación, como se ha mencionado en apartados anteriores, la pérdida de agua será inminente. Sin embargo, con la elaboración de las obras de conservación (terrazas individuales) para este recurso, se estima que dicha pérdida sea compensada en 2 años, en la superficie propuesta para la plantación, dentro del Sistema Ambiental.

Cuadro VII.11. Volumen de agua infiltrada (m^3) que se compensara con las terrazas individuales.

Balance hídrico	Actual (m^3/año)	Con remoción (m^3/año)	Con medidas de mitigación (m^3/año)	Con medidas de mitigación, por el lapso del proyecto (m^3/año)
Volumen de escurrimiento	1,632.93	2,338.21	---------	
Volumen de infiltración	1,336.47	631.19	**705.28**	**1,410.56**

Se estima que, con las 722 terrazas individuales se propicie la captación de agua de un total de **1,568.82 m^3 en un lapso de 2 año**, con esto se compensará la pérdida de infiltración ocasionada por la remoción de la vegetación.

Además, con la propuesta de mantenimiento a las terrazas individuales a 3 años, estas seguirán captando la misma cantidad de agua durante ese lapso de tiempo. Lo que quiere decir que habrá una compensación mucho mayor a la indicada.

VII.3.3 FLORA

Para no comprometer la biodiversidad, se realizará el rescate y reubicación de 179 renuevos de *Jacaratia mexicana,* 124 de *Vachellia cornígera* y 14 de *Guazuma ulmifolia,* dando un total de **317 individuos del estrato arbóreo.** Además, como medida de compensación se propone el establecimiento de una plantación que, si bien prácticamente busca la compensación del carbono que se perderá por el CUS, también cumple con la parte de la conservación de la biodiversidad, debido a que las especies que se proponen plantar se encuentran en el SA y en el tipo de vegetación del AP.

VII.3.4 FAUNA

En cuanto a la fauna silvestre, no se pondrá en riesgo a ejemplares de ningún grupo biológico, ya que, antes de llevar a cabo las actividades relacionadas con el proyecto, se realizarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

Se contempla el rescate y reubicación del 100% de los individuos que, por su distribución o relevancia, se encuentren en alguna categoría de riesgo o sean endémicos, conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. También se incluirán aquellas especies que, por sus características y necesidades ecológicas, presenten lento desplazamiento.

La reubicación se llevará a cabo en áreas que ofrezcan condiciones similares a las del CUS, para garantizar la adaptación y supervivencia de los individuos. Todo el proceso de manejo se realizará con un enfoque de respeto y trato digno hacia los ejemplares, priorizando su bienestar y evitando en todo momento situaciones de estrés que puedan causarles daño o mortalidad.

VII.3.5 CARBONO

Para compensar la pérdida de carbono que se tendrá con la ejecución del proyecto en las 0.6890 hectáreas, se realizará una plantación de 722 individuos de especies representativas de la vegetación involucrada. Con ello se busca generar y retener **113.793 toneladas** de carbono, **en un lapso de 17 años.**

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Se presenta un cuadro comparativo de los escenarios futuros del área del proyecto, presentándolos de la siguiente manera: *escenario sin proyecto, escenario con proyecto, escenario considerando las medidas de mitigación /compensación*:

Cuadro VII.12. Cuadro comparativo de los escenarios (sin proyecto, con proyecto y con medidas de mitigación).

FACTOR	SUBFACTOR / INDICADOR DE IMPACTO	ESCENARIO SIN PROYECTO	ESCENARIO CON PROYECTO	ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS
AGUA	**DISMINUCIÓN DE LA INFILTRACIÓN**	1,336.47	631.19	784.41	Delimitación de las superficies
	Infiltración m^3/año				Establecimiento de 722 terrazas individuales, que captaran en dos años 1,568.82 m^3
	Total	**1,336.47**	**631.19**	**784.41**	
AIRE	**SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS**	No existe la suspensión de partículas en el AP	Existe la suspensión de partículas por la maquinaria y equipo motorizado utilizado para el CUS	Se minimiza la suspensión de partículas al ambiente realizando el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Horarios de trabajo bajo normativa Mantenimiento de la maquinaria y equipo
	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA AMBIENTAL	No existe la contaminación acústica ambiental (Salvo la existente en el entorno que rodea el AP).	Existe la contaminación acústica ambiental por causa de la maquinaria y equipo motorizado utilizado en el AP	Minimizar la contaminación acústica y acatarse a los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-045-SEMARNAT-2017 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible; NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores (maquinaria pesada para la construcción); además de ajustarse al horario permitido por la misma.	Horarios de trabajo bajo normativa
SUELO	**AUMENTO DE LA EROSIÓN**	2.28	7.02	9.47	Riegos con agua
	Hídrica (ton/año)				Rescate y resguardo del material orgánico (75.79 toneladas), o bien, lo equivalente a la erosión que se generará con el proyecto.
	Eólica (ton/año)	0	0	0	
	Total	**2.28**	**7.02**	**9.47**	
FLORA	**PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL**				Rescate y reubicación de 179 renuevos de *Jacaratia mexicana,* 124 de *Vachellia cornígera* y 14 de *Guazuma ulmifolia,* dando un total de 317 individuos del estrato arbóreo.
	Arbórea (adultos y renuevos)	1,697	0	317	
	Arbustiva	551	0	---	
	Herbácea	13,780	0	---	
	Total	**16,028**	**0**	**317**	

FACTOR	SUBFACTOR / INDICADOR DE IMPACTO	ESCENARIO SIN PROYECTO	ESCENARIO CON PROYECTO	ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS
FAUNA	**MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT**				Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Los individuos de fauna se trasladan/reubican a otras zonas en las que pueden seguir realizando sus hábitos de sobrevivencia.
	Avifauna	14	0	0	
	Herpetofauna	3	0	0	
	Mastofauna	2	0	0	
	Total	**19**	**0**	**0**	
CAPTURA DE CARBONO	**Captura de carbono**	101.597	0	113.793	Plantación de 722 individuos de especies nativas, 100 de *Andira inermis*, 200 individuos de *Tabebuia rosea*, 222 individuos de *Cedrela odorata* y 200 de *Handroanthus chrysanthus* lo que favorecerá en esta superficie el establecimiento de los estratos arbustivo y herbáceo de especies nativas.
	Carbono contenido en la vegetación (ton/ha)				
	Total	**101.597**	**0**	**113.793**	
PAISAJE	**MODIFICACIÓN DEL PAISAJE**	En un escenario sin proyecto no existe una modificación al paisaje, sin embargo, al localizarse dentro de una superficie con urbanización, factores antropogénicos inciden dentro del AP, lo que provoca modificaciones constantes a su calidad paisajística.	La remoción de la vegetación generará una completa modificación de las condiciones actuales en el AP.	La plantación contribuirá a mejorar la calidad visual y paisajística del AP. La construcción civil será acorde a un diseño agradable a la vista, además de contar con áreas verdes	Pláticas de concientización ambiental Colocación de carteles preventivos Limpieza y retiro de la maquinaria

El pronóstico ambiental esperado para el escenario con proyecto y una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, es que en general, las condiciones de los componentes suelo, agua, flora, fauna y carbono no serán afectadas de manera significativa.

El componente flora es el de mayor afectación debido a que se va a remover la vegetación en el AP, sin embargo, con las medidas de mitigación/compensación propuestas (rescate y reubicación de flora y plantación) se pretende minimizar dicho impacto, ya que las especies que se rescatarán serán reubicadas en condiciones similares, manteniendo una composición florística similar al tipo de vegetación existente. Mientras que la cobertura vegetal será compensada con actividades referentes a la plantación.

El otro componente que se afectaría de manera directa con el proyecto y la remoción de la vegetación es la fauna, por consecuencia del personal, maquinaria, vehículos y/o al mal manejo de los ejemplares faunísticos, sin embargo, para evitar este impacto se considera como medida de mitigación el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna con o sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las actividades concernientes al cambio de uso de suelo.

No habrá contaminación del suelo y agua, ya que se realizará el manejo adecuado de residuos que se generen durante las actividades del proyecto, así como el mantenimiento preventivo a la maquinaria utilizada, esto con base en la Normatividad ambiental vigente. Así mismo, no se prevé generación de gases por encima de los niveles máximos establecidos por la normatividad vigente, ya que la maquinaria y equipos motorizados utilizada cumplirán con los mantenimientos necesarios para evitar este impacto.

De manera general los sitios elegidos presentarán mejores condiciones que las actuales en el AP, debido a que en ellos es en donde serán implementadas las obras de mitigación, como las actividades de plantación y la reubicación de flora.

Así mismo, se presentarán un beneficio económico local y regional, ya que se generarán empleos con el proyecto, favoreciendo el ingreso económico familiar, así como oportunidad de ingresos por la atención a servicios de personal que labore en el proyecto.

El proyecto no representa una afectación mayor o significativa en el área, todas las actividades del proyecto se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de protección ambiental y equilibrio ecológico. De acuerdo al análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el proyecto, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia.

Por lo tanto, el proyecto puede llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de prevención y mitigación particulares a cada impacto identificado. Con base en los estudios y análisis realizados para el medio físico y biótico del área, se puede afirmar que el proyecto no representa una afectación directa para la microcuenca la cual ha sido modificado previamente por actividades humanas.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Opción 1. No realización del proyecto: si el proyecto no se llevase a cabo en el sitio sometido a evaluación, las características bióticas y abióticas se conservarían como hasta ahora, sin embargo, esto no quiere decir que ***no se tendría una afectación***, debido a que la mancha urbana cercana a éste genera actividades de tipo antropogénico que afectan al sitio, como el paso de personas, animales ferales, por contaminación de desechos urbanos, por mencionar algunos.

Opción 2. Realización del proyecto: si el proyecto se lleva a cabo en la superficie sometida a evaluación, con la correcta implementación de medidas de mitigación, en lineamiento con las disposiciones legales y de acuerdo a la calendarización propuesta, los impactos que se pudieran generar serían mitigados.

Opción 3. Realización del proyecto en una ubicación diferente: dado que ya se ha demostrado que el sitio cumple con los criterios técnicos, ambientales y sociales para llevarse a cabo, la selección de un sitio diferente traería consigo costos mayores debido a los estudios que tendrían que realizarse nuevamente, además de que se tendría que buscar uno que cumpla con los criterios ya mencionados.

Derivado de lo anterior se considera como factible la implementación del proyecto en el área determinada, ya que traerá consigo beneficios socioeconómicos como la implementación de empleos temporales en la región, de forma directa e indirecta, durante la ejecución del mismo, además de que se adquirirán algunos insumos para la ejecución de las obras, lo que sumará a la derrama económica de los lugareños. Es importante señalar que de haber impactos ambientales estos serán de bajo impacto, y estos se minimizarán al máximo con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesaria.

CONCLUSIONES:

Como se ha mencionado, el área del proyecto se ubica dentro de la zona urbana del municipio de Ometepec, cuenta con la disponibilidad de servicios y obras públicas, como son, vías de acceso, servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje.

Además, el proyecto cumple con la normatividad vigente y es compatible con los lineamientos establecidos en el Plan municipal de desarrollo urbano Ometepec.

El proyecto pretendido es necesario para el impulso económico de la zona. No obstante, a lo anterior, el proyecto plantea mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de programas y medidas de mitigación.

El sitio no se encuentra en áreas geológicamente inestables, con fallas o fracturas de relevancia que pudieran poner en riesgo la estabilidad del proyecto.

La calidad del aire se verá poco afectada y de manera temporal debido a la poca utilización de equipos para realización del proyecto. Las emisiones de partículas suspendidas producto de los trabajos del despalme serán poco significativas, y de corta duración. La magnitud del impacto será poco perceptible debido a las cantidades de polvo que tendrán durante la construcción.

Los residuos sólidos o líquidos generados serán manejados adecuadamente en contenedores perfectamente rotulados.

El sitio seleccionado no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas o áreas terrestres prioritarias.

VII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Uno de los objetivos del Programa de Manejo Ambiental es la propuesta, diseño y seguimiento de acciones preventivas, mitigatorias, correctivas y/o compensatorias aplicadas a las interacciones potenciales adversas entre el proyecto y el ambiente, con la finalidad de preservar esta relación en el punto más armónico posible, no deteniendo el desarrollo y protegiendo al ambiente.

INTRODUCCIÓN

Las acciones que en su conjunto se denominan "medidas de prevención, mitigación y/o compensación", siendo éstas las que pueden aplicarse para evitar y reducir los impactos negativos ocasionados a los componentes ambientales o compensar el daño causado en un área con las preservaciones o mejoramiento de otra, dichas medidas deben proporcionar:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar una cierta o partes de ésta.
- Reducir el impacto generado por las actividades a realizar.
- Reparar el impacto ocasionado, rehabilitando y restaurando el medio afectado.
- Reducir el impacto generado, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto generado, mediante el remplazo de recursos ambientales sustitutos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen para combatir los impactos generados por la ejecución del proyecto, así mismo, se busca garantizar la protección y conservación de los recursos naturales que se encuentran en la microcuenca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer medidas oportunas para cada impacto generado, teniendo como objetivo principal el cuidado de los recursos naturales.
- Verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se aplicarán durante y después de la vida útil del proyecto, para disminuir al mínimo los impactos ambientales.
- Detectar oportunamente impactos no previstos para implementar medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

Los factores bióticos y abióticos presentes en el área donde se pretende ejecutar el proyecto se verán impactados, por lo que agruparán a los impactos potenciales. Las líneas estratégicas de este programa son el factor agua, suelo, flora, fauna y captura de carbono.

RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas contra impactos, quedará a responsabilidad del promovente, quien las ejecutará en conjunto con personal propio o mediante asistencia técnica. Por su

parte, el promovente o empresa interesada de la obra, nombrará a un responsable técnico, cuyo cargo será la responsabilidad de ejecutar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, previamente expuestas este documento.

ACCIONES DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

De un principio, para la obtención de los objetivos antes señalados se deberá contratar Asistencia Técnica (responsable Técnico) que posea los conocimientos adecuados.

Las tareas fundamentales de dicha asistencia consistirán en:

- Conocer la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, el resto de las condiciones ambientales recogidas en la resolución de autorización.
- Asistencia a la reunión de replanteo y realización de una visita semanal a las obras.
- Supervisar, controlar y recibir los materiales, condiciones de ejecución, almacenamiento y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de las superficies nuevas, con un acondicionamiento y con el tratamiento estético y vegetal.
- Coordinar la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Comprobación que se acota correctamente en espacio el ámbito de proyecto, fuera del cual no deben ejecutarse otras actividades en general (correspondiente al proyecto).

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Otro de los objetivos del programa, es llevar a cabo el cumplimiento y ejecución de todas y cada una de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación, mediante la supervisión y seguimiento de éstas, las cuales son determinadas en el presente estudio; lo dicho se encuentra basado en la elaboración de los diferentes programas, estudios y planes, tomando en cuenta los aspectos siguientes:

- Impactos ambientales detectados por la implementación del proyecto.
- Medidas de vigilancia propuestas para la regulación de impactos ambientales.
- Legislación y normatividad vigente y aplicable al proyecto.

En el siguiente cuadro se presenta el Programa de Manejo Ambiental basado en los impactos ambientales detectados por el desarrollo de las diferentes actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto.

Cuadro VII.13. Programa de manejo ambiental.

FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
Agua	Afectación a las superficies colindantes	Delimitación del AP con cal y/o estacas de madera y cintas de precaución	Prevención	Previo al inicio de actividades se realizará la delimitación de las áreas en donde se llevarán a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados.	Establecer límites de trabajo y afectación.	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación.	Coordinador del proyecto.	Antes de iniciar el proyecto	Equipo para realizar la limitación	Registro por medio de evidencia fotográfica.	La delimitación se realizará con estacas de madera y cinta de precaución
	Disminución de la infiltración	Construcción de terrazas individuales para las especies a plantar	Compensación	Se realizarán terrazas individuales para las especies a plantar con el objetivo de compensar la pérdida de agua infiltrada con la ejecución del proyecto.	Compensar la cantidad de agua pérdida mediante las obras de conservación.	Número de terrazas individuales.	Supervisor ambiental y Asesor técnico.	A la par de que se realice el cambio de uso de suelo o en la etapa de construcción	Trabajadores y equipo para la realización de las terrazas	Bitácora de cumplimiento y memoria fotográfica	722 terrazas individuales
Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Se establecerán horarios de trabajo fijos señalados por las normas oficiales vigentes, con lo que se buscará establecer un ritmo de trabajo a modo de que exista un balance entre el proyecto y la suspensión de partículas y el confort sonoro.	Establecer horarios justos para los trabajadores	Horas de trabajo	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Trabajadores y recursos necesarios para su mantenimiento	Bitácora de los trabajadores	Se trabajarán 8 horas diarias
	Contaminación acústica ambiental	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Establecer los niveles de generación de partículas aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto y operadores.	Durante el transporte del material	El costo establecido para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.
Suelo	Aumento de la erosión	Colocación de sanitarios portátiles	Prevención	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de 1 sanitario que se colocará dentro del área del proyecto, el cuál recibirá mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	Impedir la contaminación de agua cercana al AP.	Número de sanitarios y registro de limpieza.	Supervisor ambiental.	Durante la ejecución del proyecto	1 sanitario	Bitácora de mantenimiento.	1 sanitario en el área del proyecto
		Manejo de residuos	Prevención	Para impedir la contaminación del agua y suelo se pondrán contenedores para la recolección de los dos tipos de residuos (Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos) que se generarán para luego ponerlos a disposición de los responsables para el correcto manejo.	Evitar la contaminación del suelo y aire por los residuos generados.	Extensión de superficie limpia.	Supervisor ambiental.	Antes, durante y después de la ejecución del proyecto	Contenedores	Bitácora de disposición de los residuos.	Contenedores con etiquetas para todos los tipos de residuos.
		Riegos con agua	Prevención	En época de estiaje se realizarán riegos en las áreas desprovistas de vegetación para evitar la generación de polvos por la compactación ligera y temporal.	Reducir la generación de polvos y pérdida del suelo.	Cantidad de agua utilizada para el riego.	Coordinador del proyecto.	Durante el despalme.	Pipas de agua	Bitácoras de riego.	Las pipas necesarias de acuerdo al requerido.
		Rescate del material orgánico	Mitigación	Se rescatará la capa de material orgánico presente en el AP, para acondicionar las áreas verdes y a la superficie de plantación.	Extraer la mayor cantidad de material orgánico en el AP.	Material orgánico disponible para el acondicionamiento.	Coordinador del proyecto, Supervisor ambiental y operadores de maquinaria.	Durante la ejecución del proyecto.	Camiones y maquinaria con silenciador incluido	Bitácora de camiones y maquinaria utilizada y memoria fotográfica.	Todos los camiones y maquinaria.
Flora	Pérdida de la cobertura vegetal	Rescate y reubicación de especies	Mitigación	Se propone el rescate y reubicación de individuos de flora silvestre ubicados dentro del área del proyecto, debido a sus características fenotípicas y de adaptación desarrollada en la zona.	Reducir la afectación a la flora silvestre.	Cantidad de especies y número de individuos destinados al rescate y reubicación.	Supervisor ambiental y Asesor técnico.	Previo a la ejecución del proyecto.	Técnico, trabajadores y recursos necesarios para su realización (material de apoyo y equipo de seguridad)	Bitácora de trabajo y memorias fotográficas.	Rescate y reubicación de 179 renuevos de *Jacaratia mexicana*, 124 de *Vachellia comígera* y 14 de *Guazuma ulmifolia*, dando un total de 317 individuos del estrato arbóreo.
Fauna	Modificación del hábitat	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	Prevención	Se realizarán recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, con lo que se pretende establecer un mecanismo que disipe las especies presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación de este.	Reducir o, incluso, limitar la afectación a la fauna silvestre.	Área sin fauna presente.	Supervisor ambiental y Biólogo.	Antes de la ejecución del proyecto.	Biólogo y recursos necesarios para su realización (material de apoyo y equipo de seguridad)	Bitácora de trabajo y memoria fotográfica.	Dependerá del número de ejemplares de fauna presente al momento de iniciar con las actividades.
		Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	Mitigación	Se realizará la reubicación de ejemplares que cuenten con lento desplazamiento y que aun permanezcan en el área después del ahuyentamiento.	Reducir o, incluso, limitar la afectación a la fauna silvestre.	Área sin fauna presente.	Supervisor ambiental y Biólogo.	Antes y durante de la ejecución del proyecto.	Biólogo y recursos necesarios para su realización (material de apoyo y equipo de seguridad)	Bitácora de rescate y reubicación, y memoria fotográfica.	Dependerá del número de ejemplares de fauna presente al momento de iniciar con las actividades.

FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
Captura de carbono	Pérdida de captura de carbono	Plantación	Compensación	Se realizará una plantación de individuos arbóreos de 2 especies representativas del Matorral espinoso tamaulipeco.	Compensar la pérdida de carbono mediante la plantación.	Número de individuos a establecerse en la plantación.	Supervisor ambiental y Asesor técnico.	Después de la ejecución del proyecto.	Trabajadores y equipo para la realización de la plantación.	Bitácora de plantación y mantenimiento, y memoria fotográfica	Plantación de 722 individuos de especies nativas, 100 de *Andira inermis*, 200 individuos de *Tabebuia rosea*, 222 individuos de *Cedrela odorata* y 200 de *Handroanthus chrysanthus* lo que favorecerá en esta superficie el establecimiento de los estratos arbustivo y herbáceo de especies nativas.
Paisaje	Modificación del paisaje	Pláticas de concientización ambiental	Prevención	El supervisor ambiental impartirá pláticas e instrucciones al personal de temas clave del medio ambiente, serán dirigidas a desarrollar conciencia sobre la importancia de conservar la biodiversidad.	Que se respete el medio ambiente en el que se va a llevar a cabo el proyecto	La realización de las pláticas al personal	Supervisor ambiental	Durante todo el proyecto.	Depende del supervisor y los recursos disponibles	Bitácora de cumplimiento, registro del personal que asistió a la plática y memoria fotográfica	1 vez a la semana, durante todo el proyecto.
		Colocación de carteles preventivos	Prevención	No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas, ni la extracción de ejemplares de flora silvestres. Por lo que se colocarán carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.	Colocación de los carteles en el área del proyecto	Carteles instalados en el área del proyecto	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante todo el proyecto	Depende de los recursos disponibles	Bitácora de cumplimiento y memoria fotográfica de la colocación de los carteles	4 carteles en el AP
		Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación	Se retirará la maquinaria y se llevará a cabo la limpieza del área del proyecto, removiendo todos aquellos objetos que no sean propios de la naturaleza del sitio intervenido.	Mitigar los impactos causados en el área del proyecto	Número de maquinaria removida	Supervisor ambiental, coordinador y operadores	Durante todo el proyecto	Operador y trabajadores	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En la superficie total del proyecto de 0.6890 ha.

EJECUCIÓN DE MEDIDAS A PARTIR DE PROGRAMAS

La ejecución de algunas de las medidas de prevención, mitigación y compensación deben seguir un programa como base para poder ser realizadas con éxito, debido a que contienen la planificación, procesos, acciones de supervisión, respuesta y mantenimiento, costos, entre otros aspectos. A continuación, se muestra la vinculación de los programas elaborados para el cumplimiento de las medidas:

Cuadro VII.14. Programas elaborados para la ejecución de las medidas.

FACTOR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	PROGRAMA QUE RIGE A LA MEDIDA
AGUA	Construcción de terrazas individuales para las especies a plantar	Compensación	Programa de plantación y obras de conservación.
SUELO	Rescate del material orgánico	Mitigación	Programa de rescate del material orgánico
FLORA	Rescate y reubicación de especies	Mitigación	Programa de rescate y reubicación de flora.
FAUNA	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	Prevención	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
	Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	Mitigación	
CAPTURA DE CARBONO	Plantación	Compensación	Programa de plantación y obras de conservación.

Nota: Para la consulta de los programas, revisar el Capítulo VIII, ANEXO 8. PROGRAMA DE RESCATE DEL M.O., ANEXO 9. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA, ANEXO 10. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA, ANEXO 11. PROGRAMA DE PLANTACIÓN Y OBRAS.

VII.5.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El procedimiento para el monitoreo de las medidas a ejecutar se llevará a cabo por un asesor técnico, quien será el responsable de corroborar su correcta implementación y de acuerdo con la planeación. De la misma manera, tiene como propósito concretar la forma, tiempo y periodicidad en que deberán ser llevadas a cabo las actividades relativas al monitoreo y evaluación de dichas medidas de acuerdo con la calendarización establecida.

Cuadro VII.15. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas.

FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	MEDIDA	INDICADORES	MEDIDA ADICIONAL
Agua	Afectación a las superficies colindantes	Delimitación del AP	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación.	Para evitar afectación se propone la vigilancia constante de que la realización de actividades sea dentro del área correspondiente.
	Disminución de la infiltración	Construcción de terrazas individuales	Número de terrazas individuales.	Se vigilará que las terrazas se encuentren en buen estado para cumplir su función.
Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Horas de trabajo	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario permitido
	Contaminación acústica ambiental	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificará constantemente el estado físico y funcional de la maquinaria
Suelo	Aumento de la erosión	Colocación de sanitarios portátiles	Número de sanitarios y registro de limpieza.	Se propone la vigilancia constante de las actividades.
		Manejo de residuos	Extensión de superficie limpia.	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos.
		Riegos con agua	Cantidad de agua utilizada para el riego.	Vigilar que el suelo cuente con la humedad necesaria para evitar la suspensión de partículas, durante todo el plazo de ejecución del proyecto.
		Rescate y resguardo del material orgánico	Material orgánico disponible para el acondicionamiento.	Todo el material orgánico rescatado será utilizado en las áreas verdes y en la plantación.

FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	MEDIDA	INDICADORES	MEDIDA ADICIONAL
Flora	Pérdida de la cobertura vegetal	Rescate y reubicación de especies	Cantidad de especies y número de individuos destinados al rescate y reubicación.	Se vigilará constantemente que el mantenimiento sea realizado para asegurar la sobrevivencia de los individuos reubicados.
Fauna	Modificación del hábitat	Ahuyentamiento de las especies de aves y de algunos mamíferos	Área sin fauna presente.	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto.
		Rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento	Área sin fauna presente.	Se propone la vigilancia constante de las actividades.
Captura de carbono	Pérdida de captura de carbono	Plantación	Número de individuos a establecerse en la plantación.	Se supervisará que el mantenimiento de la plantación se realice en tiempo y forma.
Paisaje	Modificación del paisaje	Pláticas de concientización ambiental	La realización de las pláticas al personal	Asistencia obligatoria del personal a las pláticas
		Colocación de carteles preventivos	Carteles instalados en el área del proyecto	Vigilar que no sean retirados los carteles por el personal o personas ajenas al proyecto, en dado caso tendrán que ser repuestos
		Limpieza y retiro de la maquinaria	Número de maquinaria removida	Se supervisará en todo momento la implementación en orden de las actividades de cambio, por lo que al final de la jornada se hará lo posible por ordenar el espacio de trabajo. Así mismo, se supervisará el retiro de la maquinaria de las áreas de trabajo.

VII.5.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Mediante la información tomada de los registros de cumplimiento, realizados continuamente mediante supervisiones y monitoreo periódico por el supervisor ambiental y el coordinador del proyecto, se obtendrán evidencias que demuestren la aplicación de las medidas de mitigación durante el desarrollo y vida útil del mismo.

Los indicadores señalados en los cuadros anteriores permitirán comprobar el resultado reflejado del cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental. Se tomarán en cuenta aspectos y características visuales mediante bitácoras y registros fotográficos durante el desarrollo del proyecto, para contrastar el avance de las actividades durante el tiempo de vida útil del mismo.

Las mediciones consistirán dependiendo de las medidas de mitigación aplicadas, siendo las más importantes las planteadas en las obras de compensación.

A continuación, se presentan algunas de las medidas que se tomaran en cuenta para la toma de información con sus fechas correspondientes:

- ✓ Inspecciones periódicas.
- ✓ Registro fotográfico.
- ✓ Bitácoras.
- ✓ Monitorización continúa.
- ✓ Inspección visual de procesos de aprovechamiento.

VII.5.3 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tomando en cuenta que la evidencia fotográfica obtenida en campo y a través de la observación se realizara los reportes pertinentes de las actividades de aprovechamiento y de las medidas implementadas para la mitigación del impacto ambiental. Con lo establecido anteriormente el técnico responsable de la ejecución a través de la experiencia y su criterio evaluara la eficiencia y el cumplimiento de las medidas aplicadas en el área de aprovechamiento.

VII.5.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo VIII: De los Seguros y las Garantías, en el artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (D.O.F. 31 de octubre de 2014), en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental en el cual se menciona que "*La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas".*

Se considera que pueden producirse daños graves a los ecosistemas cuando:

- ***I.*** *Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en toxinas persistentes y bioacumulables;*
- ***II.*** *En los lugares en los que se pretende realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;*
- ***III.*** *Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y*
- ***IV.*** *Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.*

Dicho lo anterior, el proyecto se desarrolla sobre vegetación de Bosque de pino sin poner en riesgo la biodiversidad en la microcuenca donde se ubica.

VII.5.5 COSTO APROXIMADO DE LA INVERSIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El costo del programa de manejo ambiental depende, principalmente, del costo de los programas, el costo aproximado de la ejecución de los cuatro programas es de **$2,221,286.02** (Dos millones doscientos veintiún mil docientos ochenta y seis pesos con dos centavos M/N), el cual puede modificarse por la variación de costos al momento de la ejecución. A continuación, se presenta el costo de ejecución de cada uno de los programas:

Cuadro VII.16. Costos de ejecución de los programas.

CONCEPTO	IMPORTE
Programa de rescate del material orgánico	$310,300.00
Programa de rescate y reubicación de flora.	$322,900.00
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.	$1,394,690.00
Programa de plantación y obras de conservación.	$193,396.02
TOTAL	**$2,221,286.02**

*Los costos dependerán o pueden cambiar de acuerdo al IVA.

VII.6 BIBLIOGRAFÍA

Yerena Y. J. I., Jiménez P. J., Alanís R. E., Aguirre C. O. A., González T. M. A., & Treviño G. E. J. (2014). Dinámica de la captura de carbono en pastizales abandonados del noreste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems,* 17(1),113-121. [fecha de Consulta 10 de junio de 2025]. ISSN: Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93930735009.

Martínez G. C. A. (2021). *Estimación del contenido de carbono en la selva mediana perennifolia en Tizimín, Yucatán, México.* Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales. 1080315220.pdf.

Aguirre C. O. A. & Jiménez P. J. (2019). Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. *Revista Mexicana de ciencias forestales,* 2(6), 73-84. https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i6.575.

Bautista H. J. & Torres P. J. A. (2003). Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del Ejido Noh Bec, Quintana Roo, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente,* 9(1),69-75. [fecha de Consulta 11 de junio de 2025]. ISSN: 2007-3828. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62990107.

Casiano D. M., Paz P., F., Rojo M. M., Covaleda O. S., & Aryal, D. R. (2018). El carbono de la biomasa aérea medido en cronosecuencias: primera estimación en México. *Madera y Bosques*, *24*. https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401894.

Briones V. O. L. (2020). Almacén de carbono en los desiertos de México. *Revista de divulgación científica y tecnología de la Universidad Autónoma de Nuevo León.* EL ALMACÉN DE CARBONO EN LOS DESIERTOS DE MÉXICO – Ciencia UANL.

Campo J., García O. F., Navarrete S. A., & Siebe C. (2016). Almacenes y dinámica del carbono orgánico en ecosistemas forestales tropicales de México, Terra Latinoamericana 34: 31-38. View of Vol. 34 No. 1 (2016).

Vega L. E. (2008), Valor económico potencial de las áreas naturales protegidas federales de México como sumideros de carbono, *The Nature Conservancy-México.* (PDF) Valor económico potencial de las áreas naturales protegidas federales de México como sumideros de carbono.

Guzmán S. J. C., De los Santos. P. H. M., Vargas L. B., Goméz C. M., & Marroquín M. P. (2024). Estimación de biomasa y carbono aéreo en bosques templados del sur de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.* 11(2): e3934, 2024 https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3934.

Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras prácticas. México. Editorial Equilátero.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Archivo digital en PDF consultado en línea en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf.

Russo R. (2009). Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth. Unidad de carbono neutro. Archivo en formato PDF consultado en https://www.researchgate.net/publication/236593400_GUIA_PRACTICA_PARA_LA_MEDICION_DE_LA_CAPTURA_DE_CARBONO_EN_LA_BIOMASA_FORESTAL el día 11/06/25.