I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Puebla.

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

(FF-SEMARNAT-117) Manifestación de Impacto Ambiental.

III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

La información correspondiente a domicilio, teléfono, correo electrónico y costo de inversión.

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA

Mtro. Fernando Silva Triste
Subdelegado de Administración e Innovación

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6 fracción XVI, 32, 33, 34, 35 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Puebla, previa designación[1] firma el C. Fernando Silva Triste, Subdelegado de Administración e Innovación.

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_22_2023_SIPOT_3T_2023_XXVII, en la sesión celebrada el 13 de octubre del 2023

Disponible para su consulta en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOT/ACTA_22_2023_SIPOT_3T_2023_ART69.pdf

1 Realizada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante oficio Núm. 00129 de fecha 01 de marzo de 2023, como encargado del despacho de los asuntos competencia de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Puebla.

CAPÍTULO I

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

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....3
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO....3
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO....3
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO....3
I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO....14
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE....15
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL....15
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE....15
I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL....15
I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL....15
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....15
I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL....15
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES....15
I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO....15
I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO....16
I.3.5. NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN)....16
I.3.6. IDENTIFICACIÓN OFICIAL....16
I.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL....17
I.5. BIBLIOGRAFÍA....17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto....5
Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto....7
Cuadro I.3. Vulcanismo en el área del proyecto....12
Cuadro I.4. Fallas y fracturas en el área del proyecto....12
Cuadro I.5. Cronograma de actividades....14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización geográfica del proyecto....4
Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto....6
Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales....7
Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas....8
Figura I.5. Grado de riesgo de granizo....8
Figura I.6. Grado de riesgo de sequía....9
Figura I.7. Grado de riesgo por inundaciones....9
Figura I.8. Mapa de velocidad del viento....10
Figura I.9. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas....10
Figura I.10. Mapa de sismicidad....11
Figura I.11. Mapa de riesgo por inundación....11
Figura I.12. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto....12
Figura I.13. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto....13

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

“MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO”

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR.

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

La ubicación geopolítica del área del proyecto es en el estado de Puebla, el cual se ubica en la zona centro del país; limita al norte y al este con el estado de Veracruz, al oeste con los estados de Hidalgo, Tlaxcala, México y Morelos y al sur con los estados de Guerrero y Oaxaca. Tiene una extensión de 34.306 km^2 y se divide políticamente en 217 municipios.

De manera específica el área se localiza en el municipio de Tehuacán, el cual se localiza en la parte sur del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 18º22'06" y 18º36'12" de longitud norte, y los meridianos 97º15'24" y 97º37'24" de longitud occidental. us colindancias son al norte con Tepanco de López, Santiago Miahuatlán, Nicolás Bravo y Vicente Guerrero, al este con Vicente Guerrero, San Antonio Cañada y Ajalpan, al sur con San Gabriel Chilac, Zapotitlán y Altepexi y al oeste con Zapotitlán, San Martín Atexcal, Juan N. Méndez y Tepango de López. Respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Papaloapan (RH28) como se muestra a continuación en el plano de localización del área del proyecto.

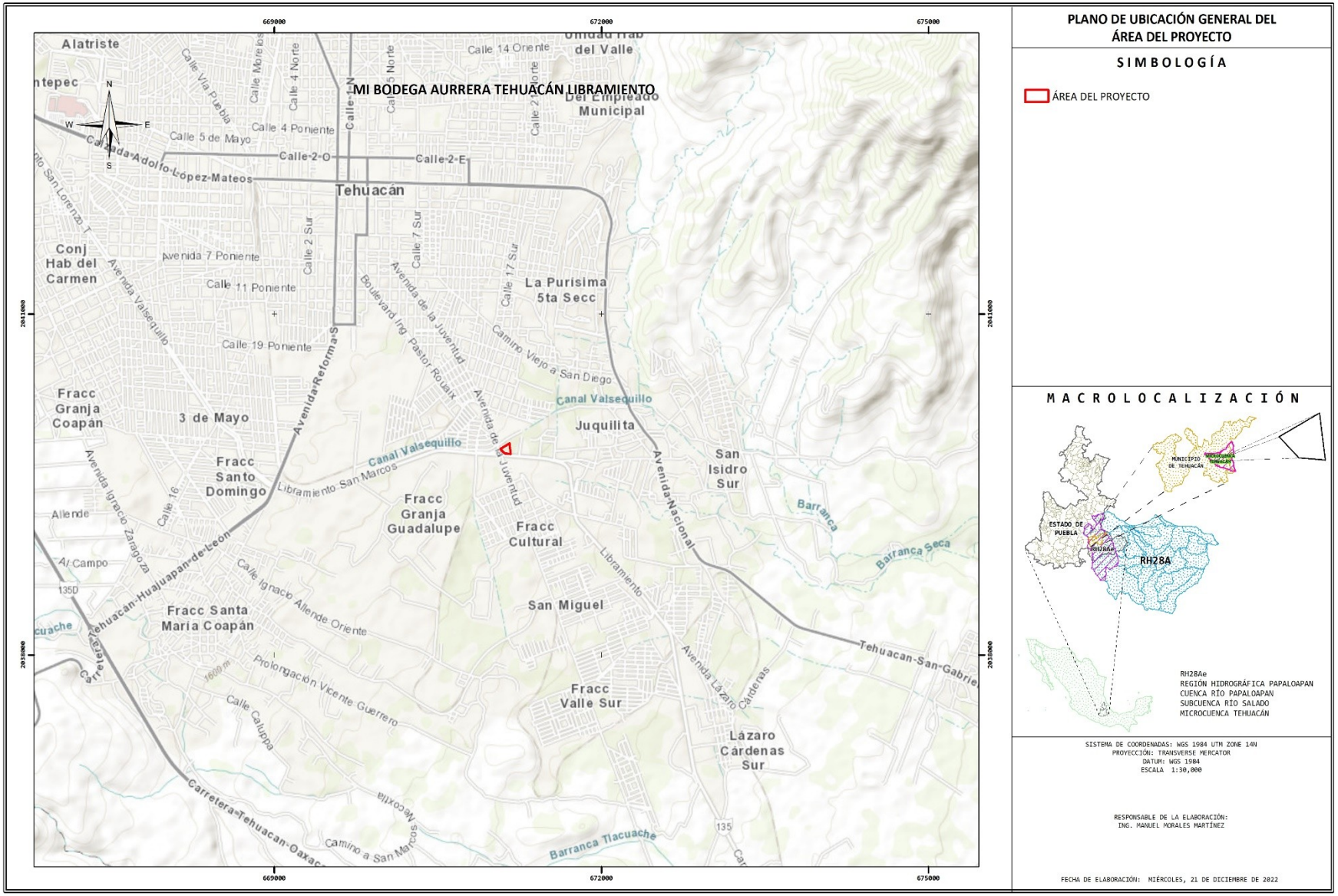


Figura I.1. Localización geográfica del proyecto.

Las coordenadas UTM (Zona 14 Q Datum WGS 84) del polígono perteneciente al área del proyecto se presentan en el cuadro I.1. Respecto a su ubicación, se puede apreciar en el plano presentado en la figura I.1, así como el plano correspondiente a la delimitación del área del proyecto a través de sus coordenadas figura I.2.

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto.

ÁREA DEL PROYECTO		
SUPERFICIE: 0.5109 HA		
No	**X**	**Y**
1	671115.68	2039772.46
2	671169.98	2039768.14
3	671158.35	2039860.33
4	671075.92	2039813.98
5	671075.99	2039813.89
6	671115.68	2039772.46

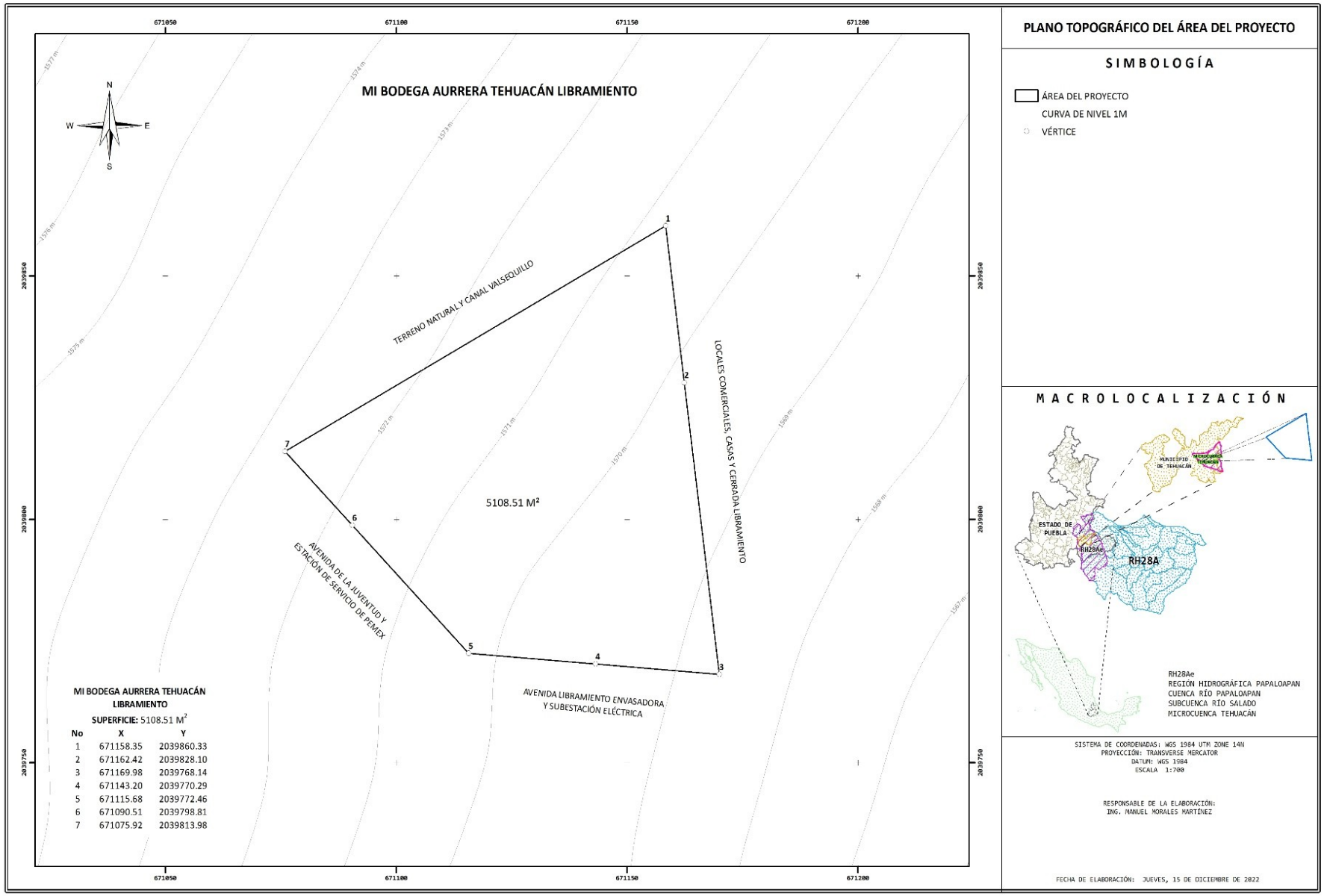


Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS.

En México, los fenómenos meteorológicos, también conocidos como fenómenos hidrometeorológicos, se encuentran definidos por la Ley General de Protección Civil[1] 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 perdidas económicas, ambientales y humanas que pueden ocasionar.

En ese sentido y de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos interactivo, aportado por CENAPRED[2]; el área del proyecto presenta los siguientes datos:

Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto.

FENÓMENO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Grado de riesgo de ciclones tropicales	Muy bajo	0.5109
Grado de riesgo de tormentas eléctricas	Medio	
Grado de riesgo de granizo	Medio	
Grado de riesgo de sequía	Alto	
Grado de riesgo por inundaciones	Bajo	

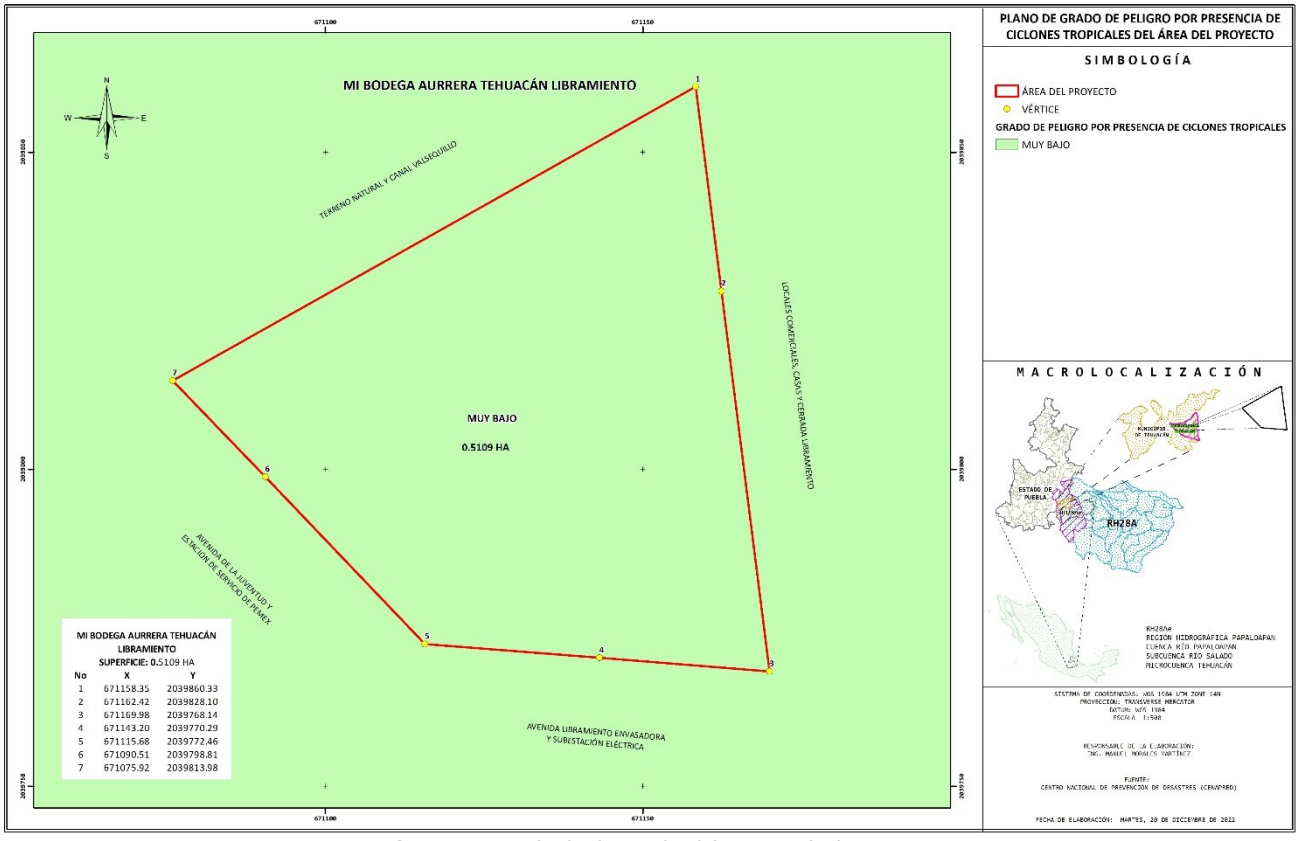


Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales.

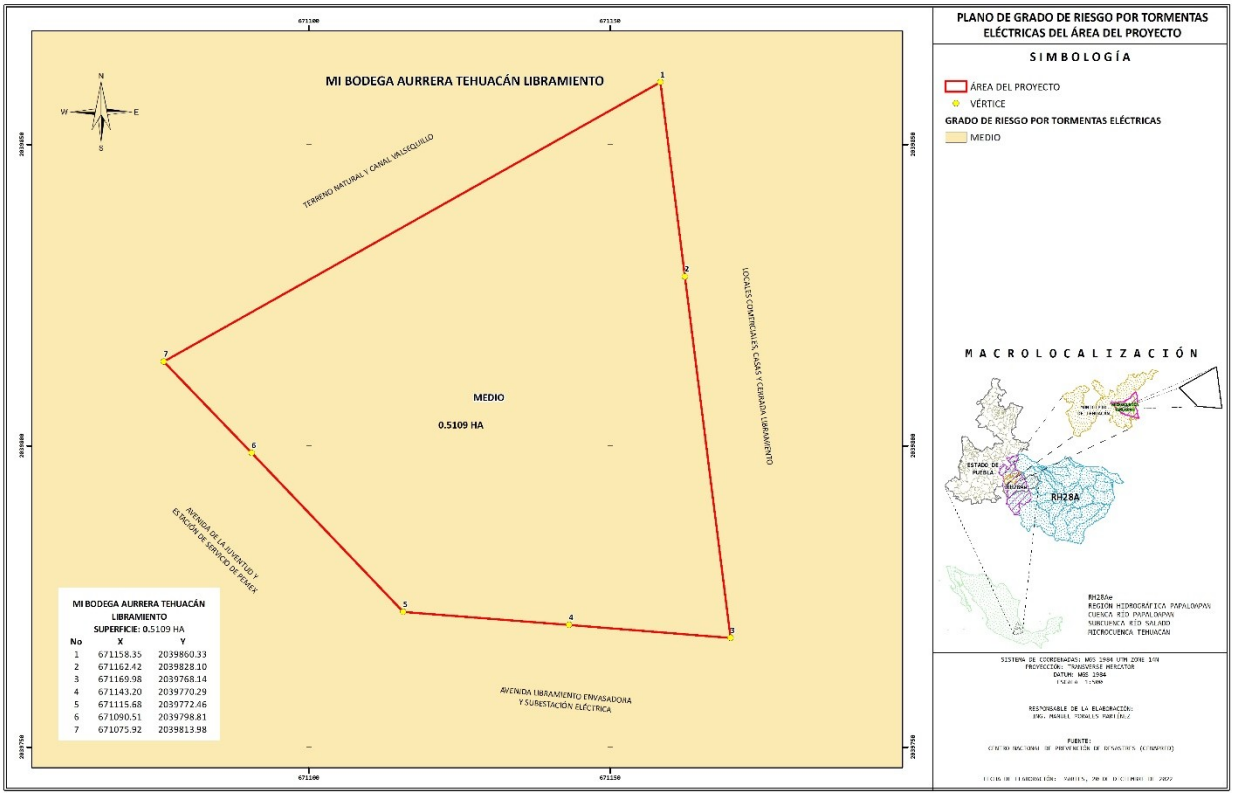


Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas.

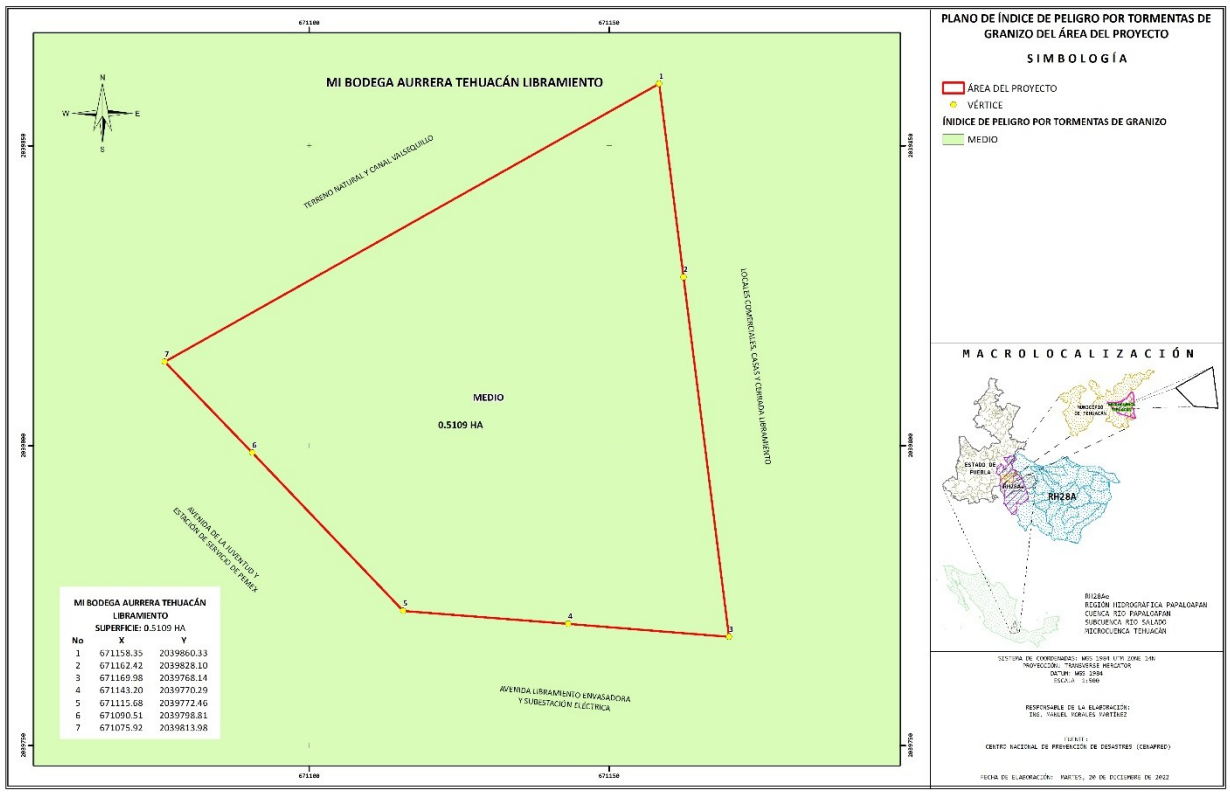


Figura I.5. Grado de riesgo de granizo.

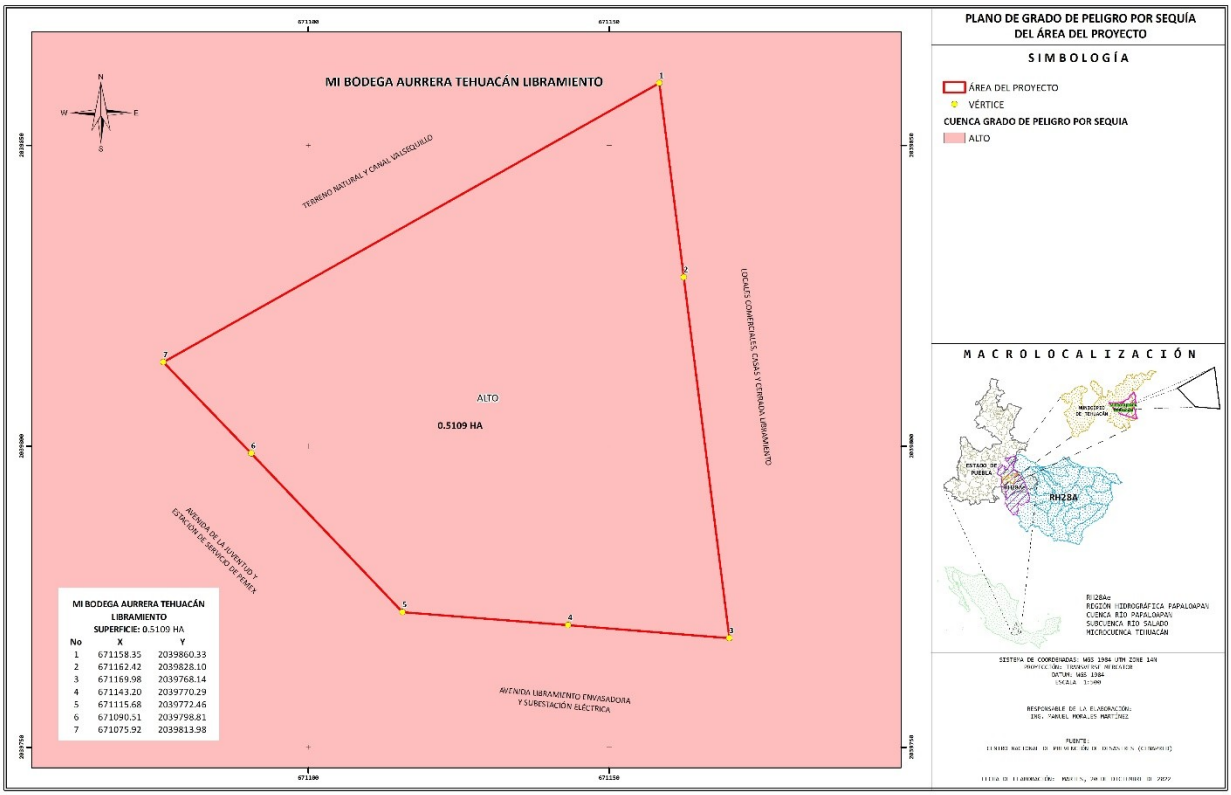


Figura I.6. Grado de riesgo de sequía.

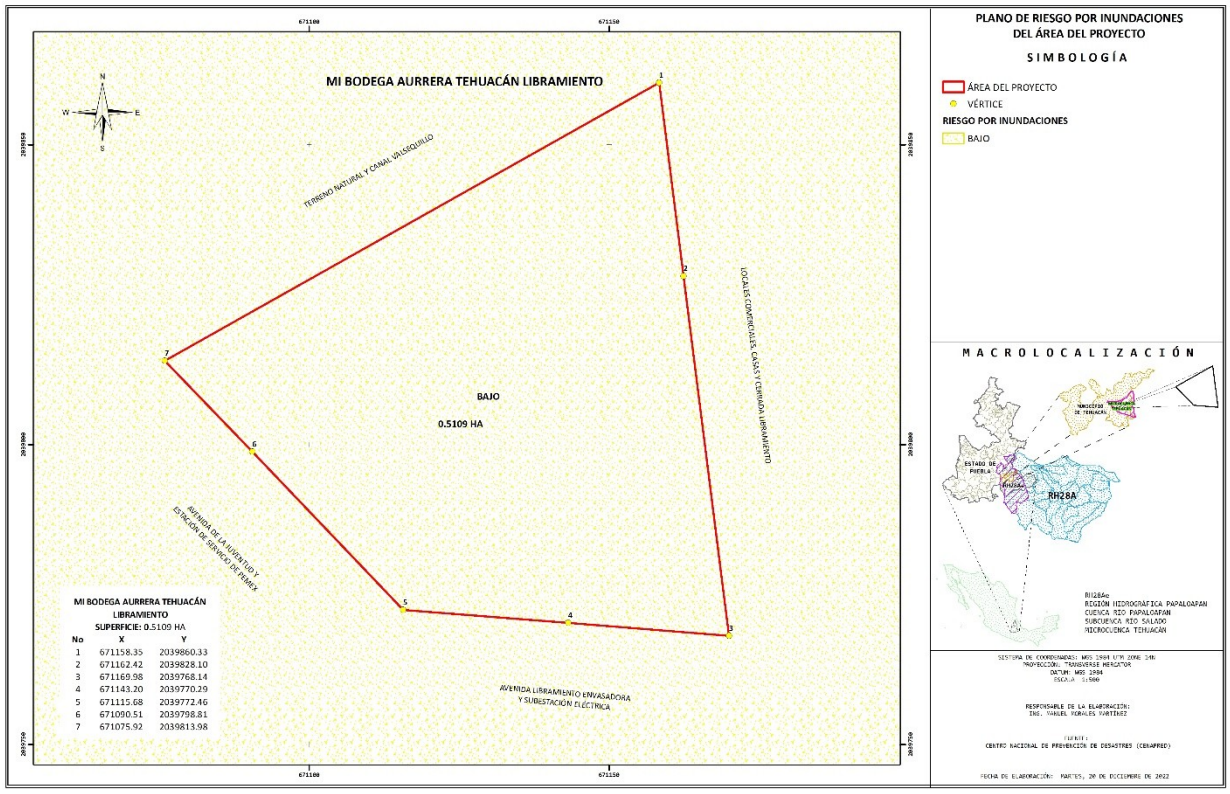


Figura I.7. Grado de riesgo por inundaciones.

Para el área del proyecto la velocidad del viento que se reporta es de 130 a 160 kilómetros por hora, ubicándose en la zona B con clase moderada como se muestra en la siguiente figura.

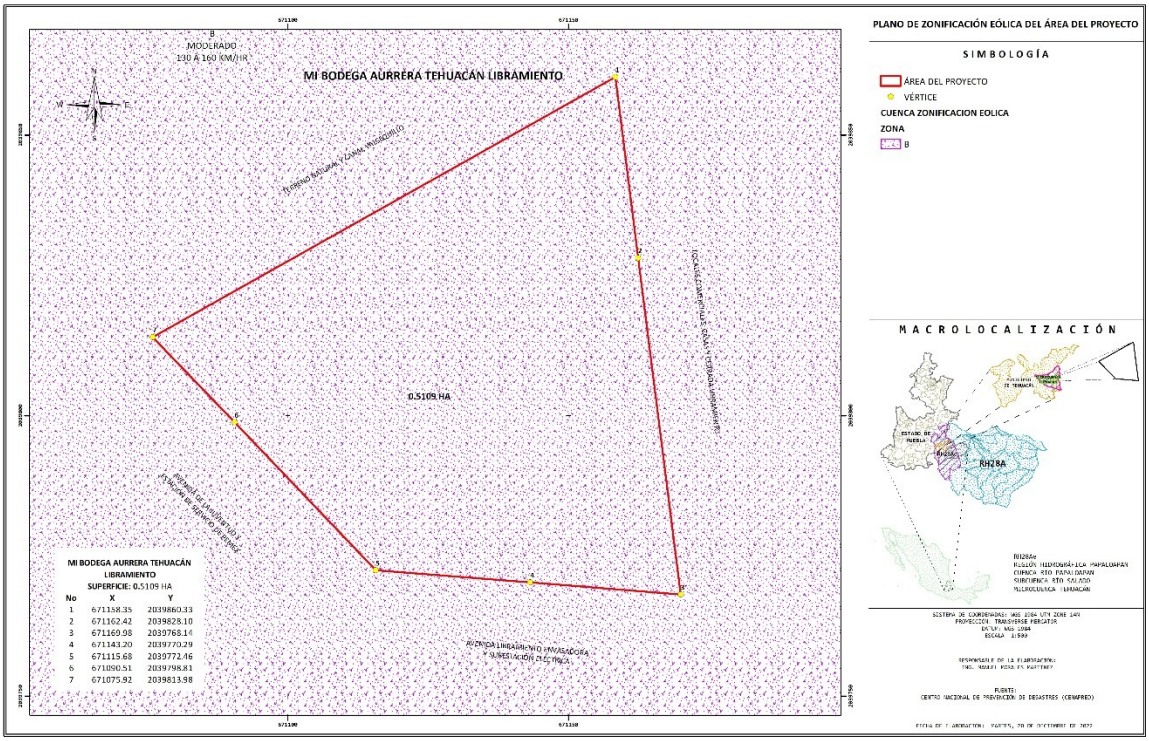


Figura I.8. Mapa de velocidad del viento.

El proyecto se encuentra en la región potencial de deslizamientos, como se muestra a continuación:

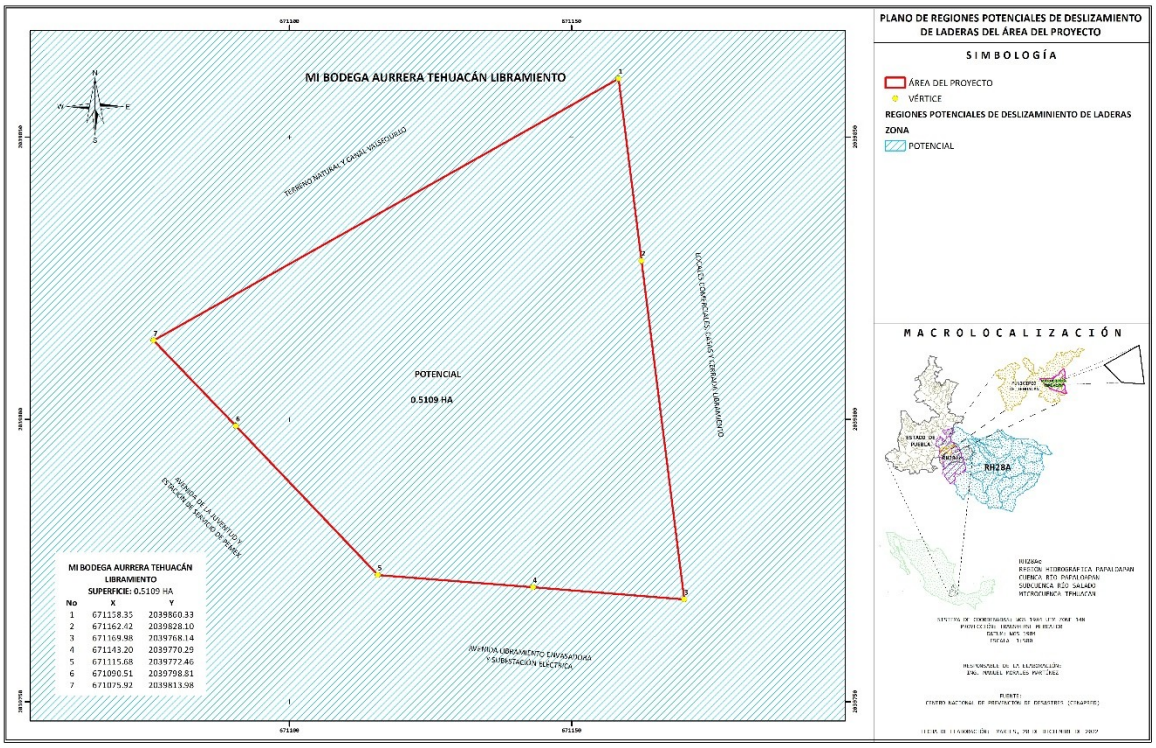


Figura I.9. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas.

De igual manera el área del proyecto corresponde a la zona con peligro mediano “C” de sismicidad

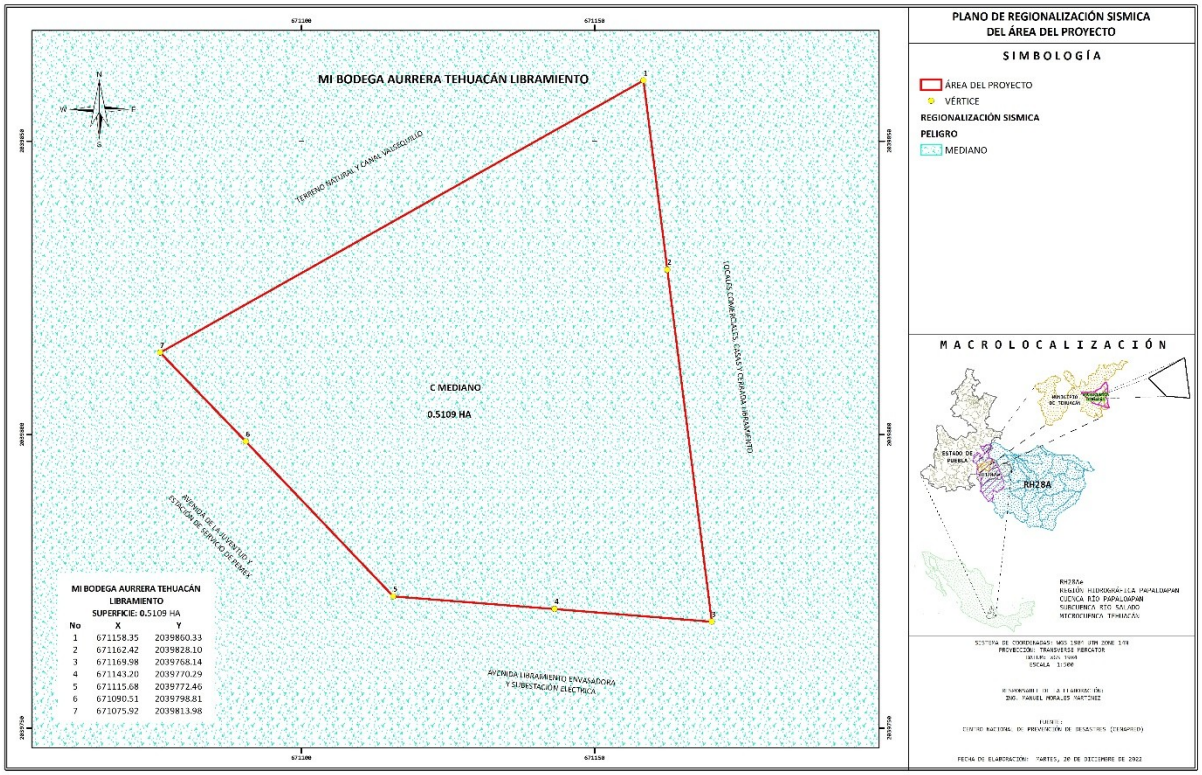


Figura I.10. Mapa de sismicidad.

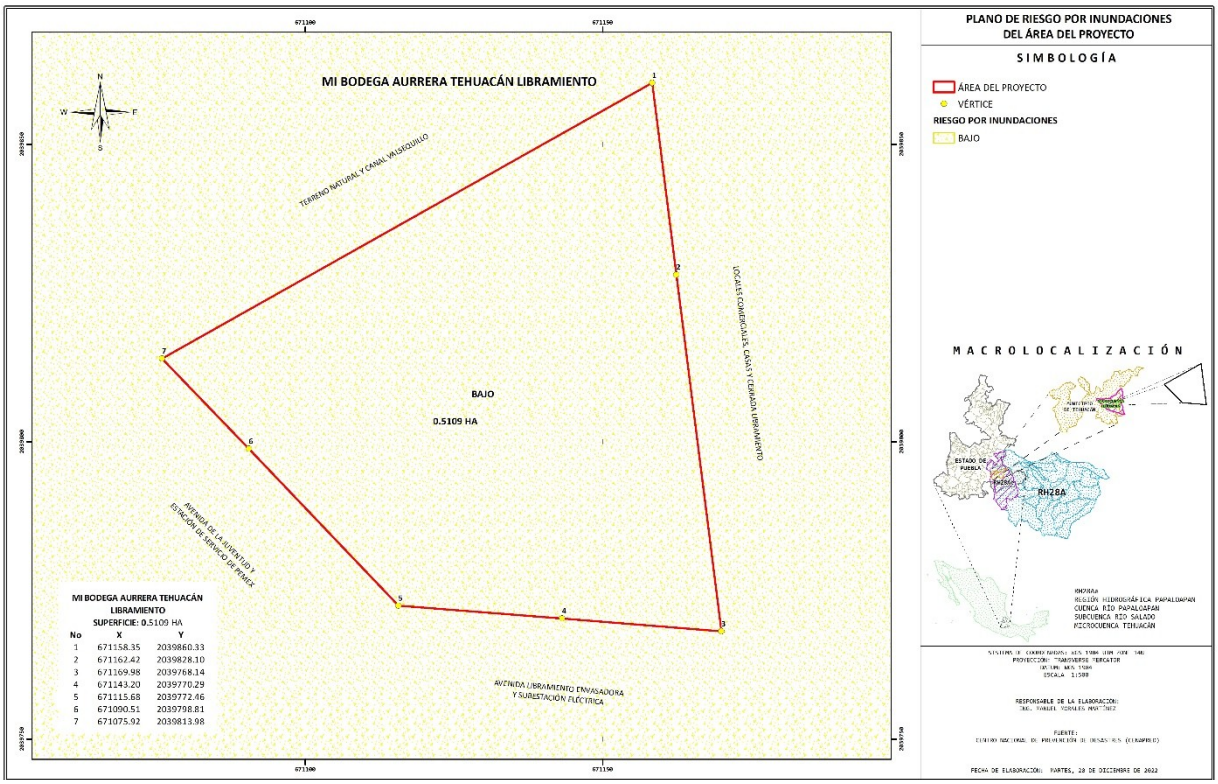


Figura I.11. Mapa de riesgo por inundación.

De igual manera en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos al AP son los siguiente cuadro y figura I.12.

Cuadro I.3. Vulcanismo en el área del proyecto.

NOMBRE	DISTANCIA (KM)
Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	66.19
Las Cumbres	80.5
Serdán-Oriental	93.28
La Gloria	99.25
La Malinche	111.13
Cofre de Perote	118.46

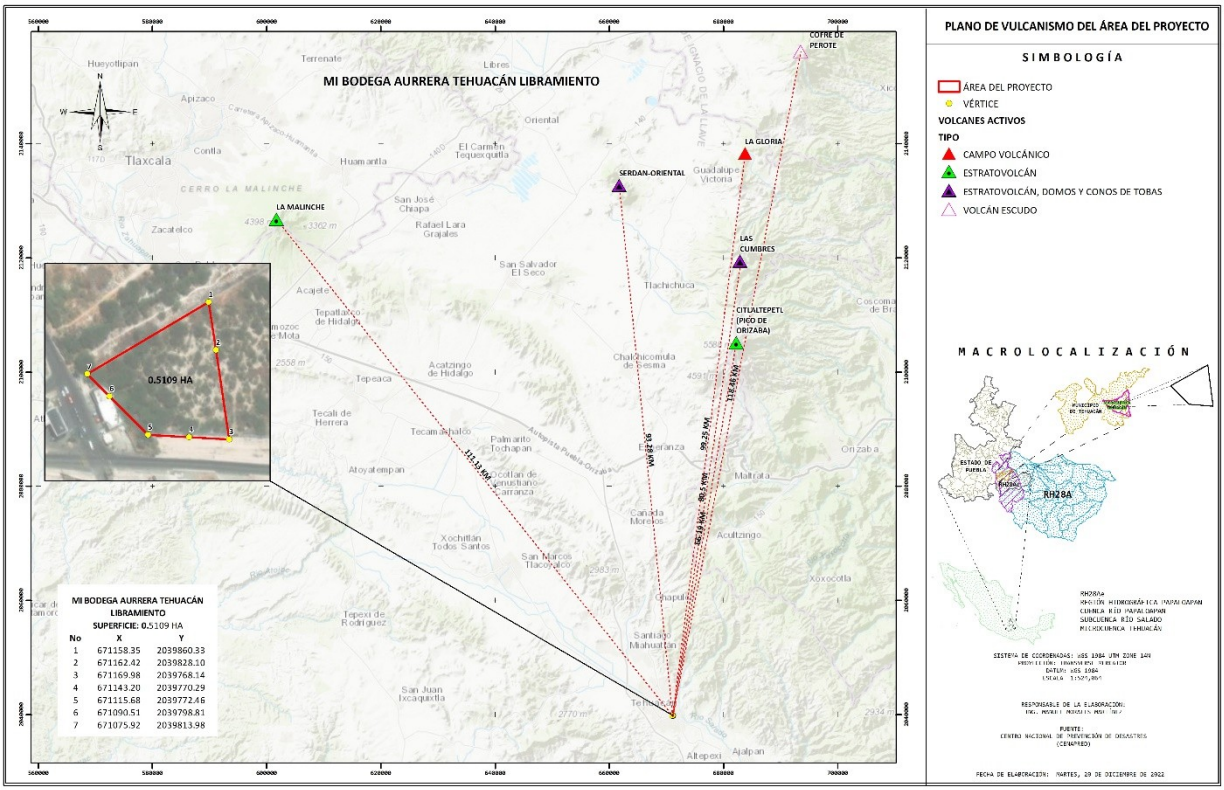


Figura I.12. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto.

El área del proyecto se encuentra cerca de las siguientes fallas y fracturas mostradas en el siguiente cuadro.

Cuadro I.4. Fallas y fracturas en el área del proyecto.

Fractura	Dirección	Distancia (KM)
FRACTURA	Noroeste-Sureste	7.94
FALLA	Noroeste-Sureste	18.5
FALLA	Noroeste-Sureste	18.57
FALLA	Noroeste-Sureste	19.74
FALLA	Noroeste-Sureste	23.24

FALLA	Noroeste-Sureste	26.09
FALLA	Noroeste-Sureste	29.33

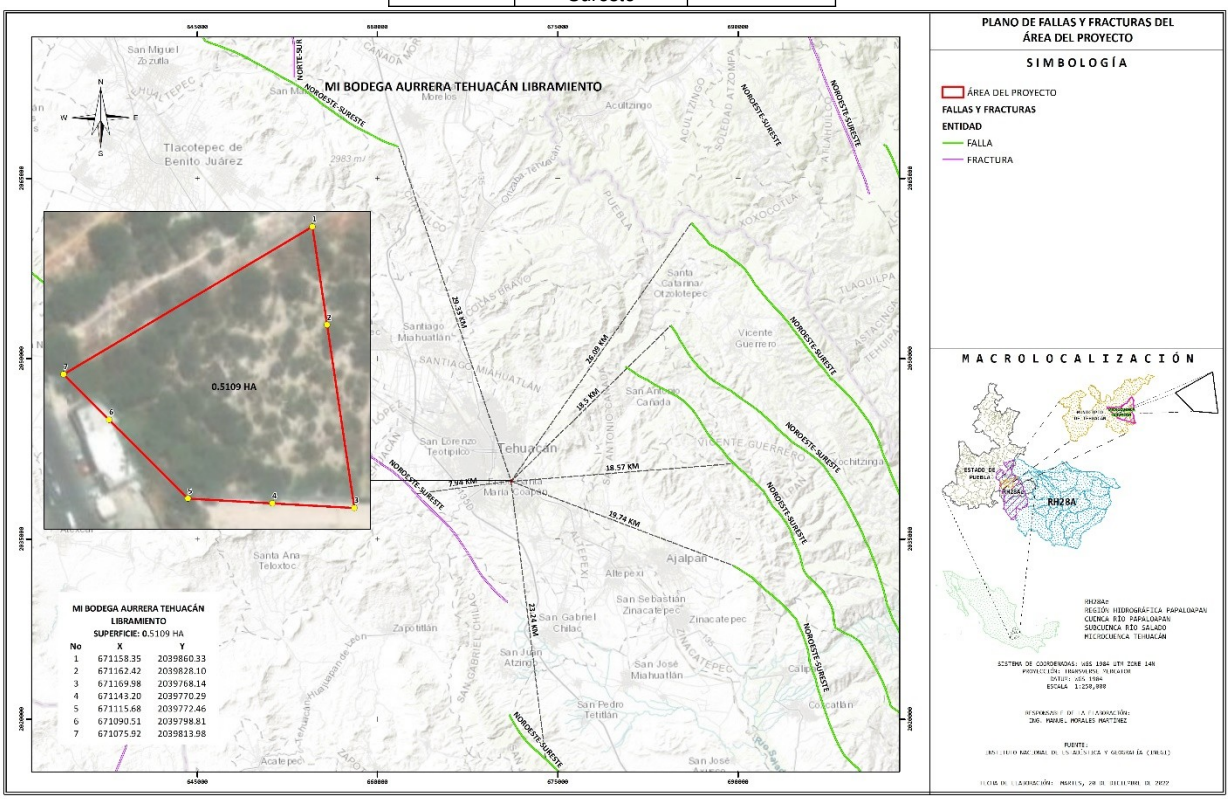


Figura I.13. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto.

I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

En el siguiente cuadro se presentan las actividades comprendidas. La etapa de preparación del sitio, que corresponde a la ejecución de cambio de uso de suelo, se desarrollará de manera paulatina durante 2 meses, esto 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 mitigación, compensación y/o prevención se harán durante y posterior al cambio de uso de suelo como lo es el mantenimiento de la reubicación de flora silvestre, la elaboración y mantenimiento de las obras de conservación de suelos.

Cuadro I.5. Cronograma de actividades.

ACTIVIDAD POR USO DE SUELO	MESES					
ETAPAS / ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6
	Preparación del sitio					
Medición y delimitación de superficies	X	X				
Medidas de mitigación previas a actividades de desmonte	X	X				
Desmonte	X	X				
Extracción de materias primas	X	X				
Despalme	X	X				
Medidas de mitigación durante toda la etapa de preparación del sitio	X	X				
Construcción						
Cortes de terreno			X	X	X	X
Movimiento de suelo y nivelación			X	X	X	X
Compactación			X	X	X	X
Construcción			X	X	X	X

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

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

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

Clave del RFC: GAB9101189C1

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Gustavo Luna Aguirre

REPRESENTANTE LEGAL

I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL

Calle y número: [redacted]
Colonia: [redacted]
Municipio: [redacted]
Entidad federativa: [redacted]
Código postal: [redacted]
Teléfono: [redacted]
Correo: [redacted]

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

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Empresa: Asesores en Manejo de Recursos Forestales S.C.

Ing. Manuel Morales Martínez.
Ingeniero Forestal con Orientación en Silvicultura.
Cédula profesional: **Nº 2479819**

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

Clave del RFC: [redacted]

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Ing. Manuel Morales Martínez.

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Calle: [redacted]

Número exterior [redacted]
Colonia: [redacted]
Código Postal: [redacted]
Municipio: [redacted]
Estado: [redacted]
Correos electrónicos: [redacted]
Teléfonos: [redacted]

COLABORADORES:

Nombre:	Francisco Ávila Argüello Técnico Forestal
Nombre:	Nataly Martínez Vázquez Ingeniero Forestal
Nombre:	Diana Laura Torres Ceballos Maestra en Ciencias Forestales
Nombre:	Manuel Hernández Carlos. Ingeniero Forestal
Nombre:	Angelica Trejo Hernández Ingeniero Forestal
Nombre:	José Augusto Martín Hernández Biólogo

I.3.5. NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN).

Libro Puebla, Tipo UI, Volumen 1, Número 18.

Se anexa en: ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

I.3.6. IDENTIFICACIÓN OFICIAL.

Se anexa en: ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

I.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.

Se anexa la siguiente documentación

1. Acta constitutiva de la empresa (ANEXO 1. ACTA).
2. Copia simple de RFC (ANEXO 2. RFC_PROMO Y ESCRITURAS).
3. Copia certificada del poder notarial (ANEXO 3. PODER NOTARIAL)
4. Copia simple de identificación del representante legal (ANEXO 4. IDENTIFICACIÓN OFICIAL).

Nota: se anexan planos ANEXO 11. ANEXO CARTOGRÁFICO / CAPÍTULO I.

I.5. BIBLIOGRAFÍA.

1 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.

2 Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED. Consultado en 20 de marzo de 2019: www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/

CAPÍTULO II

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

ÍNDICE GENERAL

II.1. Información general del proyecto....3
II.1.1. Naturaleza del proyecto....3
II.1.2. Ubicación física y dimensiones del proyecto....4
II.2. Uso de suelo propuesto....20
II.3. Características particulares del proyecto....21
II.3.1. Programa de trabajo....22
II.3.2. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos....23
II.3.3. Etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo)....23
II.3.4. Años posteriores al proyecto....36
II.4. Inversión requerida....37
II.5. Etapa de abandono del sitio....37
II.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera....37
II.7. Bibliografía....39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Superficie del Área del Proyecto....6
Cuadro II.2. Coordenadas de los polígonos del Área del Proyecto....6
Cuadro II.3. Clasificación de superficie del Área del Proyecto....8
Cuadro II.4. Condiciones abióticas y bióticas del Área del Proyecto....11
Cuadro II.5. Tipos de vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental (INEGI, Serie VI)....11
Cuadro II.6. Vegetación y usos de suelo del Sistema Ambiental (recorridos de campo)....12
Cuadro II.7. Tipo de vegetación y uso del suelo del Área de Influencia (INEGI, Serie VI)....13
Cuadro II.8. Vegetación y usos de suelo del Área de Influencia (recorridos de campo)....13
Cuadro II.9. Comparativo del Área del Proyecto con respecto a sus áreas aledañas....14
Cuadro II.10. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto....20
Cuadro II.11. Uso de suelo propuesto para el Área del Proyecto....20
Cuadro II.12. Principales actividades desarrolladas en el cambio de uso de suelo del proyecto....21
Cuadro II.13. Cronograma de actividades....22
Cuadro II.14. Número de individuos a rescatar y reubicar....24
Cuadro II.15. Determinación del tamaño de muestra....30
Cuadro II.16. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra....30
Cuadro II.17. Modelos para el cálculo de volumen....32
Cuadro II.18. Volumen a extraer de las Áreas del Proyecto....32
Cuadro II.19. Renuevos a remover del área de PROYECTO....32
Cuadro II.20. Número de individuos no maderables por especies del estrato arbustivo por hectárea y total....33
Cuadro II.21. Número de individuos no maderables por especies del estrato herbáceo por hectárea y total....33
Cuadro II.22. Número de individuos no maderables por especies del estrato epífitas, cactáceas y lianas por hectárea y total....33
Cuadro II.23. Información de excavadora hidráulica....34
Cuadro II.24. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3....35
Cuadro II.25. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto....37
Cuadro II.26. Residuos orgánicos....38

Cuadro II.27. Sólidos inorgánicos....38
Cuadro II.28. Residuos líquidos....38
Cuadro II.29. Emisiones a la atmósfera....39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Plano de ubicación general del proyecto en el estado de Puebla....3
Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a la Cuenca Hidrológica....5
Figura II.3. Ubicación regional del Área del Proyecto....5
Figura II.4. Ubicación local del Área del Proyecto....6
Figura II.5. Ubicación y vértices del Área del Proyecto con coordenadas UTM WGS 84....7
Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo del Área del Proyecto (INEGI)....8
Figura II.7. Uso de suelo actual en el Área del Proyecto....9
Figura II.8. Vegetación y usos actuales del suelo del Sistema Ambiental....12
Figura II.9. Tipo de vegetación y uso de suelo del Sistema ambiental, Área de Influencia y área del proyecto (INEGI). 13
Figura II.10. Vegetación y usos actuales del suelo del Área de Influencia....14
Figura II.11. Uso de suelo propuesto del Área del Proyecto....21
Figura II.12. Ejemplo de muestreo para el Área del Proyecto....29

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Condiciones de vegetación de bosque de mezquite del área superior....9
Imagen II.2. Condiciones de vegetación de bosque de mezquite del área media....10
Imagen II.3. Condiciones de bosque de mezquite del área inferior....10
Imagen II.4. Zona forestal colindante del Área del Proyecto....15
Imagen II.5. Zona forestal colindante del Área del Proyecto....16
Imagen II.6. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental....17
Imagen II.7. Condiciones de los caminos de acceso en el Sistema Ambiental....17
Imagen II.8. Condiciones del canal de aguas negras cercano al Área del Proyecto....18
Imagen II.9. Condiciones de las áreas forestales del Sistema Ambiental....19
Imagen II.10. Ejemplo de señalización y delimitación de áreas autorizadas....23
Imagen II.11. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado....25
Imagen II.12. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte....26
Imagen II.13. Ejemplo de la extracción de materias primas....26
Imagen II.14. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme....35
Imagen II.15. Ejemplo del transporte de tierra fértil....36

II.1. Información general del proyecto.

El presente documento que corresponde a una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular tiene como objetivo **la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo** para el desarrollo del proyecto denominado **"**MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO**"**. El Área del Proyecto comprende una superficie de **0.5109 hectáreas**, las cuales presentan vegetación de bosque de mezquite y serán sometidas a evaluación en materia de impacto ambiental por la actividad de cambio de uso de suelo.

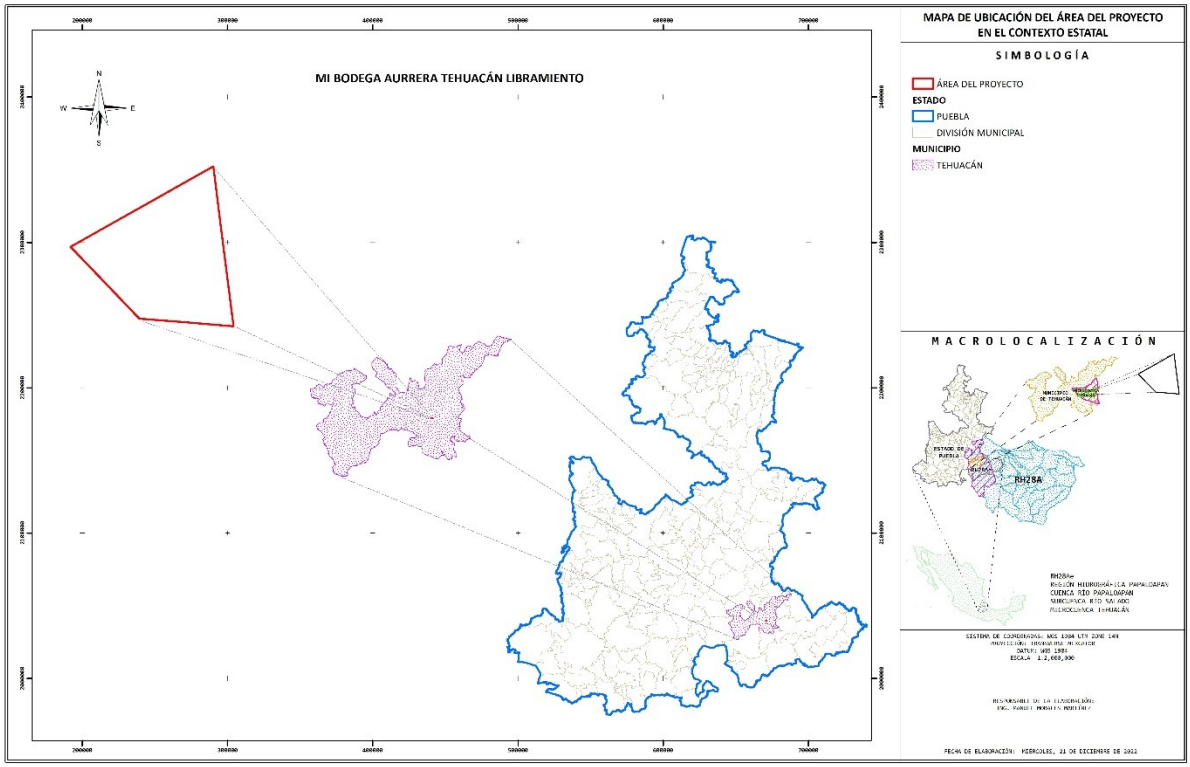


Figura II.1. Plano de ubicación general del proyecto en el estado de Puebla.

Indicar que en el área del proyecto se realizaran todas las obras de infraestructura necesarias para el establecimiento de la tienda de autoservicio. Las actividades que como tal involucra el desarrollo del proyecto, se describen en los siguientes apartados.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

Actualmente, el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto presenta un uso de suelo correspondiente a bosque de mezquite y que, de acuerdo al mismo, este se clasifica como área forestal, cuya remoción de la vegetación implica la generación de impactos ambientales en algunos de los factores del ambiente. Se hace mención que, para fines de la presente manifestación, en lo sucesivo y en los demás capítulos de este documento, esta superficie se denominará **Área del Proyecto (AP).**

Por lo tanto, el principal motivo de la presentación de este trabajo, consiste en el **cambio de uso de suelo** en una superficie de **0.5109 ha** para la construcción de una tienda de autoservicio; la ubicación del proyecto corresponde al municipio de Tehuacán perteneciente al estado de Puebla.

Para llevar a cabo la construcción del proyecto, el cual incluye el cambio de uso de suelo, se realizará en primer lugar **la preparación de sitio (cambio de uso de suelo),** en la cual, se llevarán a cabo principalmente dos actividades: el desmonte y despalme. Una vez que se haya realizado la preparación del sitio, se llevará a cabo la construcción del establecimiento, posteriormente la operación y mantenimiento del mismo.

En relación a los productos maderables que resulten del proyecto, estos, serán derribados de manera paulatina.

II.1.2. Ubicación física y dimensiones del proyecto.

Geopolíticamente, el proyecto se ubica en el municipio de **Tehuacán.** El municipio de Tehuacán se localiza en la parte sureste del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18º22'06" y 18º36'12" de longitud norte, y los meridianos 97º15'24" y 97º37'24" de longitud occidental. Sus colindancias son al Norte con Tepanco de López, Santiago Miahuatlán, Nicolás Bravo y Vicente Guerrero, al Este con Vicente Guerrero, San Antonio Cañada y Ajalpan, al Sur con San Gabriel Chilac, Zapotitlán y Altepexi y al Oeste con Zapotitlán, San Martín Atexcal, Juan N. Méndez y Tepango de López.

Respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Balsas (RH28).

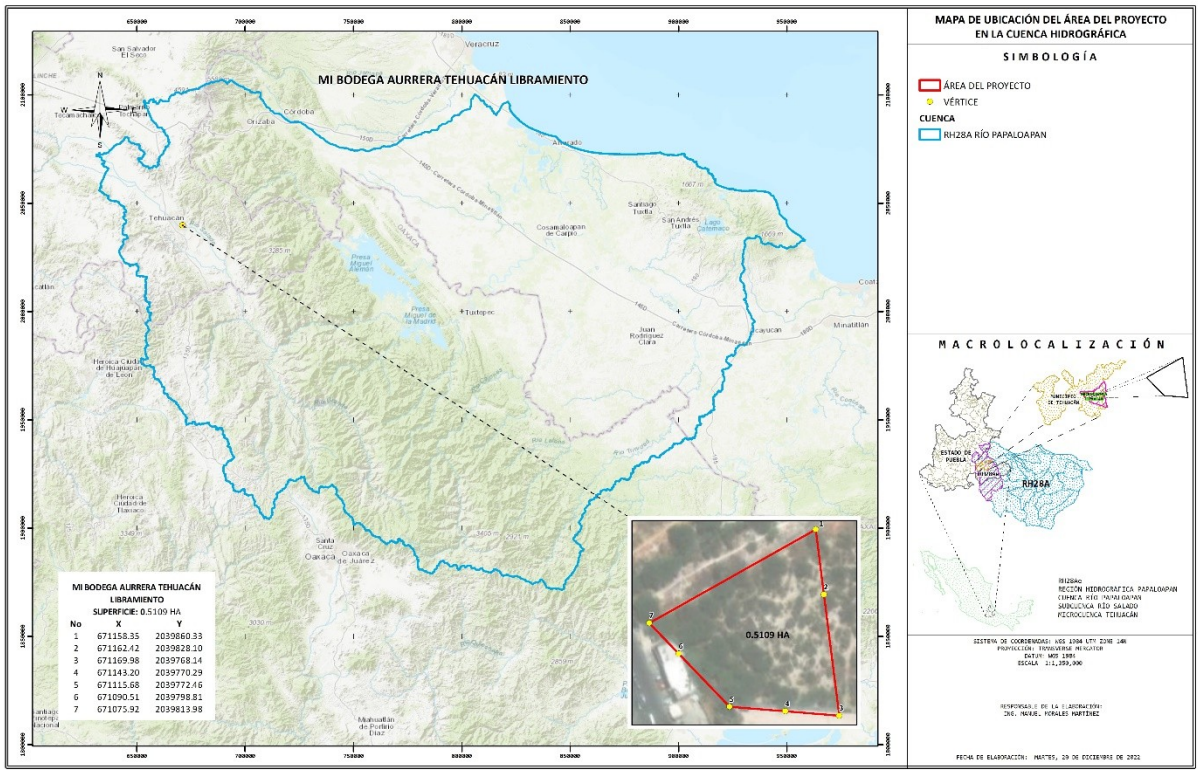


Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a la Cuenca Hidrológica.

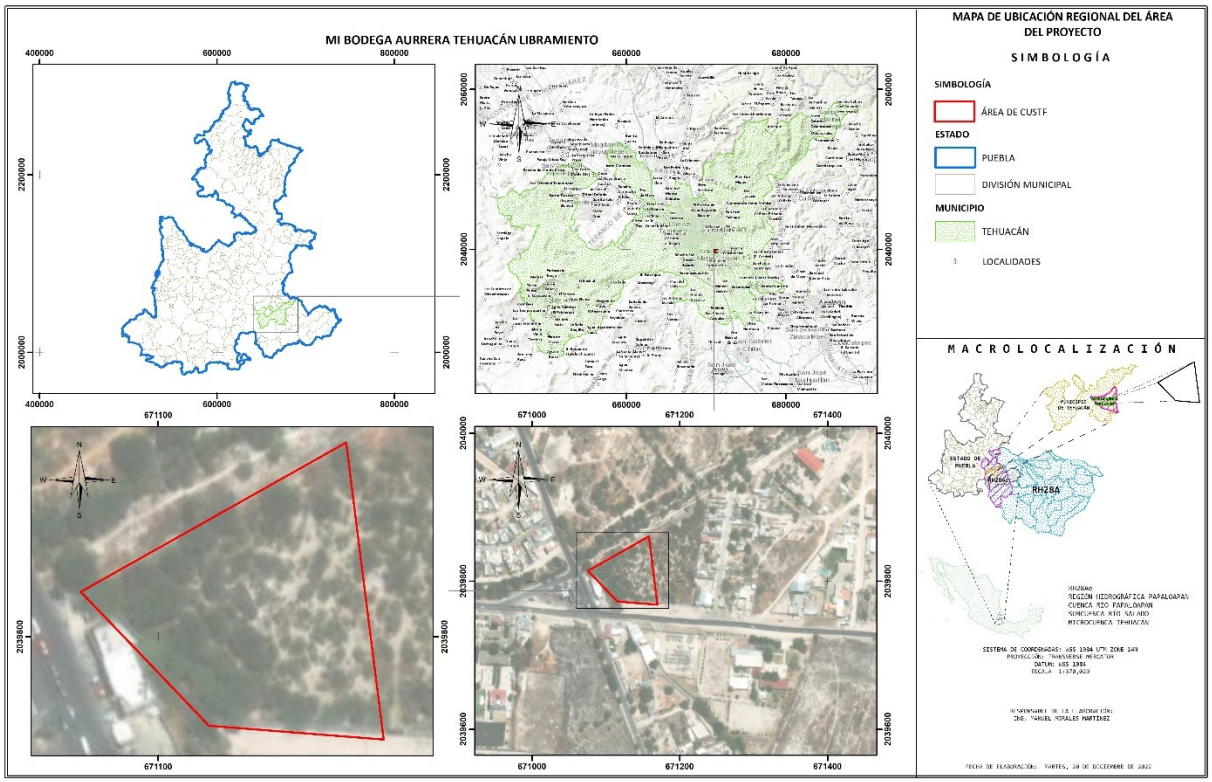


Figura II.3. Ubicación regional del Área del Proyecto.

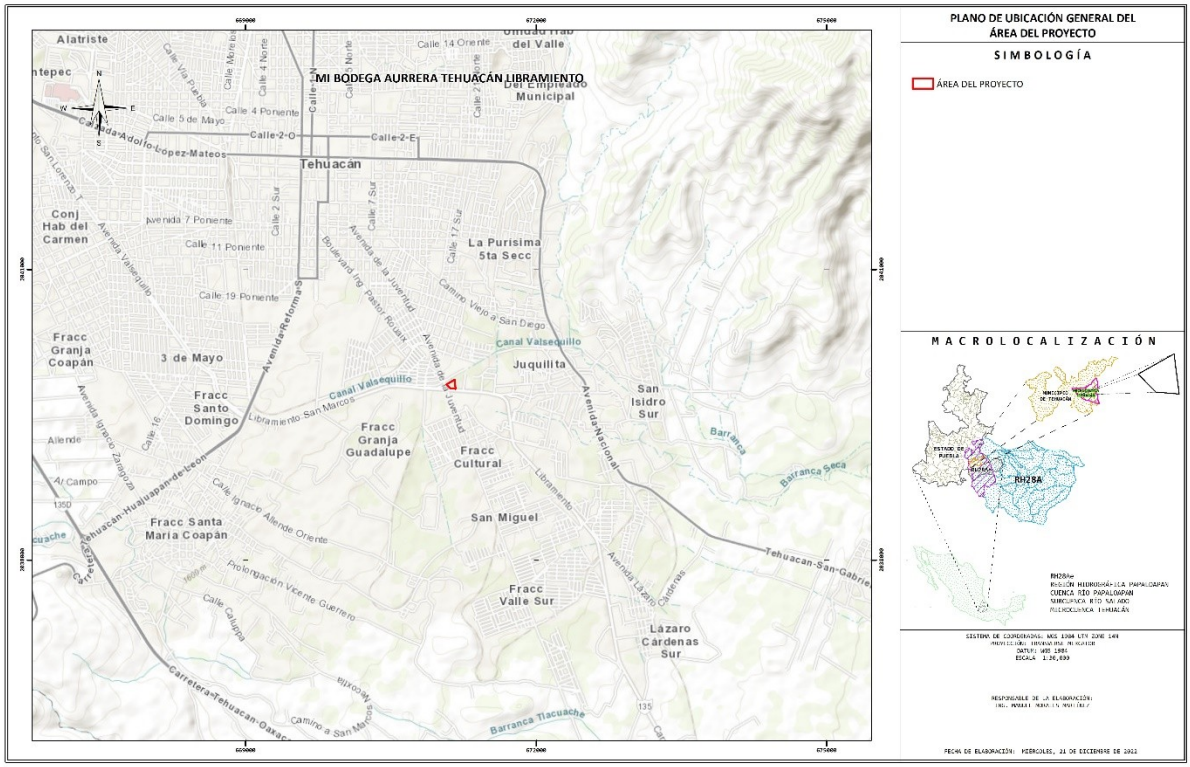


Figura II.4. Ubicación local del Área del Proyecto.

La **superficie total** que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo es de:

Cuadro II.1. Superficie del Área del Proyecto.

Clasificación	Superficie (ha)	Superficie %
Cambio de uso de suelo	**0.5109**	100

Las coordenadas **UTM (Datum WGS84 Zona 14 N),** de la superficie a evaluar se presentan en el siguiente cuadro, así también se presenta el plano correspondiente:

Cuadro II.2. Coordenadas de los polígonos del Área del Proyecto.

ÁREA DEL PROYECTO		
SUPERFICIE: 0.5109 HA		
No	**X**	**Y**
1	671115.68	2039772.46
2	671169.98	2039768.14
3	671158.35	2039860.33
4	671075.92	2039813.98
5	671075.99	2039813.89
6	671115.68	2039772.46

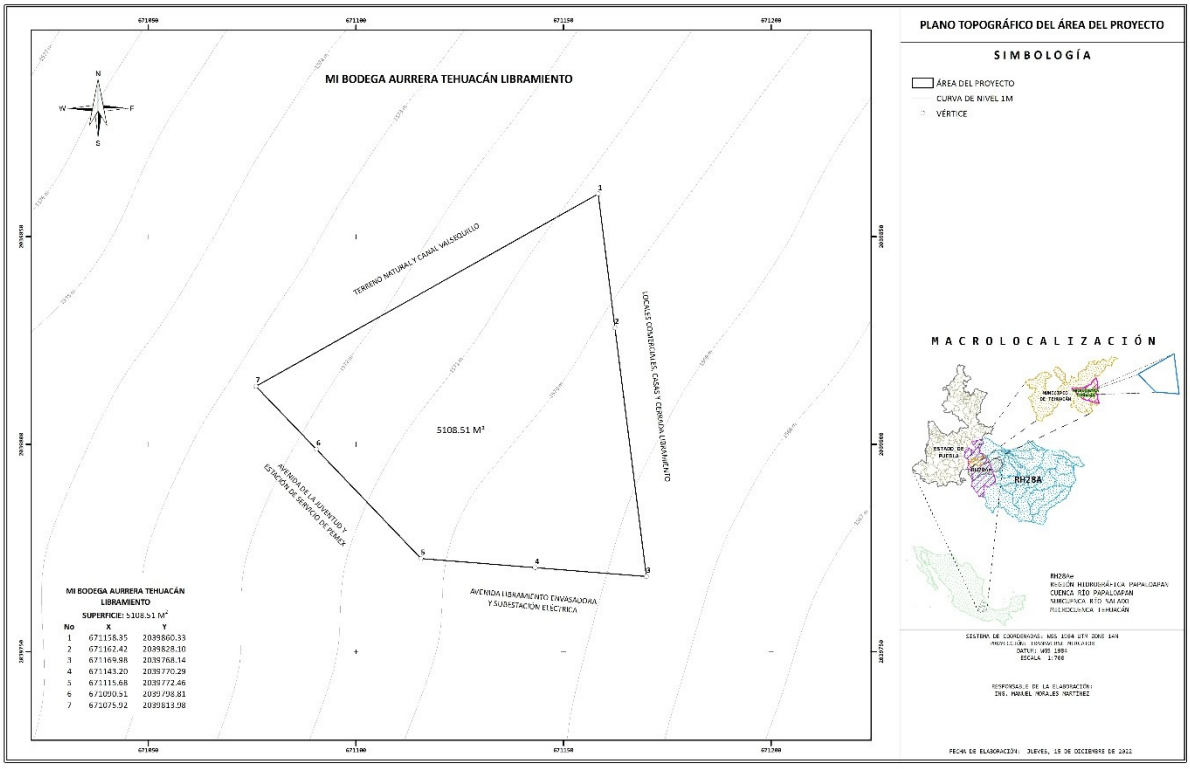


Figura II.5. Ubicación y vértices del Área del Proyecto con coordenadas UTM WGS 84.

a) Caracterización del Área del Proyecto.

El área del proyecto **(0.5109 ha)** sujeta a cambio de uso de suelo de acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000 Serie VI, presenta el tipo de vegetación de urbano construido, sin embargo, con los recorridos de verificación realizados durante la toma de información de campo, se determinó que el área del proyecto presenta condición forestal ya perturbada, determinando así un bosque de mezquite.

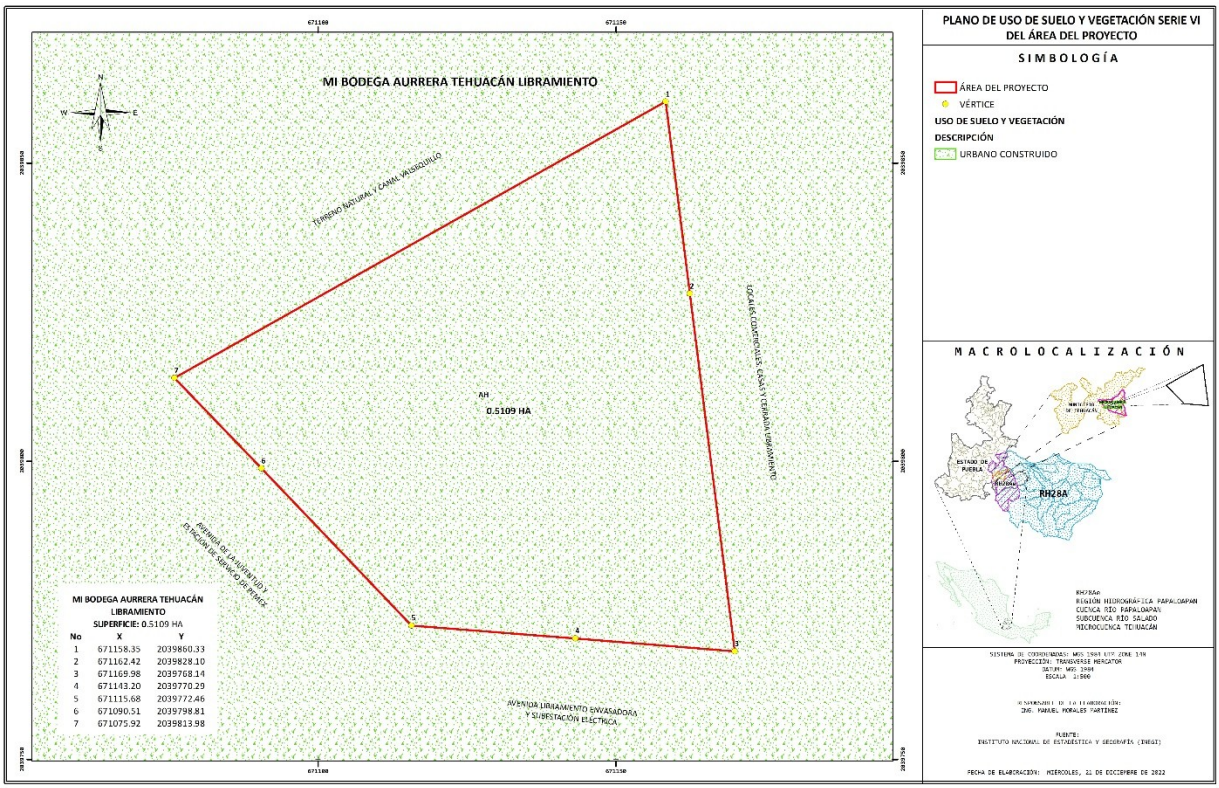


Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo del Área del Proyecto (INEGI).

Por lo tanto, la clasificación de superficie del proyecto es la siguiente:

Cuadro II.3. Clasificación de superficie del Área del Proyecto.

Clasificación	Superficie (ha)	Superficie %
Bosque de mezquite	0.5109	100

Figura II.7. Uso de suelo actual en el Área del Proyecto.

Imagen II.1. Condiciones de vegetación de bosque de mezquite del área superior.

Imagen II.2. Condiciones de vegetación de bosque de mezquite del área media.

Imagen II.3. Condiciones de bosque de mezquite del área inferior.

Componentes bióticos y abióticos del Área del Proyecto.

El AP presenta las siguientes características bióticas y abióticas. La descripción del medio abiótico y biótico se realizó conforme al conjunto de información cartográfica en formato shapefile, obtenida del portal de INEGI (datos vectoriales escala 1:250 000 serie VI) y a la Síntesis de Información Geográfica Estatal de Puebla; la información más detallada referente al AP la encontramos en el Capítulo IV de la presente MIA.

Cuadro II.4. Condiciones abióticas y bióticas del Área del Proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS						
	Superficie total del área de cambio de uso de suelo (hectáreas)	Tipo de clima	Fisiografía	Geología	Edafología	Hidrografía	Tipos de vegetación
PROYECTO	0.5109	Aw0(w)	Subprovincia: Sierras centrales de Oaxaca	Q(s)	Lk+Lo/2	"RH28", Papaloapan, Cuenca Rio Papaloapan, Subcuenca Río salado y Microcuenca Tehuacán".	De acuerdo a INEGI es "urbano construido" pero en campo se observó un bosque de Mezquite
		Cálido subhúmedo.		cuaternaria	Luvisol cálcico.		Algunas de las especies vegetales encontradas en el AP son: *Prosopis laevigata, Celtis pallida Acacia farnesiana, Parkinsonia praecox, Viguiera dentata, Enneapogon desvauxii, Opuntia streptacantha y Opuntia tomentosa*

De acuerdo a los recorridos de campo, en el área, ***no*** se observan evidencias de incidencia de incendios forestales, como lo son: árboles quemados, cortezas carbonizadas, árboles muertos, modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo, áreas desprovistas de vegetación, disminución y cambio de coloración de follajes en árboles, disminución de la cobertura vegetal en estratos arbustivo y herbáceo, ni presencia de plagas y enfermedades.

b) Caracterización de las áreas colindantes al Área del Proyecto.

Las áreas colindantes al AP presentan las siguientes características y se presentan a nivel Sistema Ambiental y Área de Influencia.

Nivel Sistema Ambiental (SA).

De acuerdo a las cartas de INEGI de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie VI, los tipos de vegetación y usos de suelo del SA corresponden a:

Cuadro II.5. Tipos de vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental (INEGI, Serie VI).

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	
	Serie VI	Porcentaje (%)
Agricultura de temporal anual	376.6728	4.98
Agricultura de riego anual y semipermanente	66.5336	0.88
Agricultura de riego anual	2108.1275	27.88
Agricultura de riego semipermanente	217.5647	2.88
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	185.1724	2.45

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	
	Serie VI	Porcentaje (%)
Selva baja caducifolia	1255.1384	16.60
Matorral desértico rosetófilo	1443.3586	19.09
Bosque de mezquite	379.7106	5.02
Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite	7.7705	0.10
Pastizal inducido	436.2004	5.77
Zona urbana	1085.5177	14.36
TOTAL	**7561.7672**	**100**

En relación a lo observado en campo:

Cuadro II.6. Vegetación y usos de suelo del Sistema Ambiental (recorridos de campo).

SISTEMA AMBIENTAL		
CLASIFICACIÓN	**SUPERFICIE**	**%**
Agrícola	1,193.9910	15.7899
Calle	247.2386	3.2696
Camino	6.4496	0.0853
Carretera	10.0432	0.1328
Cauce	5.1349	0.0679
Cuerpo de agua	0.5475	0.0072
Pista de aterrizaje	4.3882	0.0580
Vegetación forestal	4,099.3700	54.2119
Zona arqueológica	45.9581	0.6078
Zona urbana	1,948.6259	25.7695
TOTAL	**7,561.7470**	**100**

En seguida se presenta el mapa donde se observa representada esta clasificación.

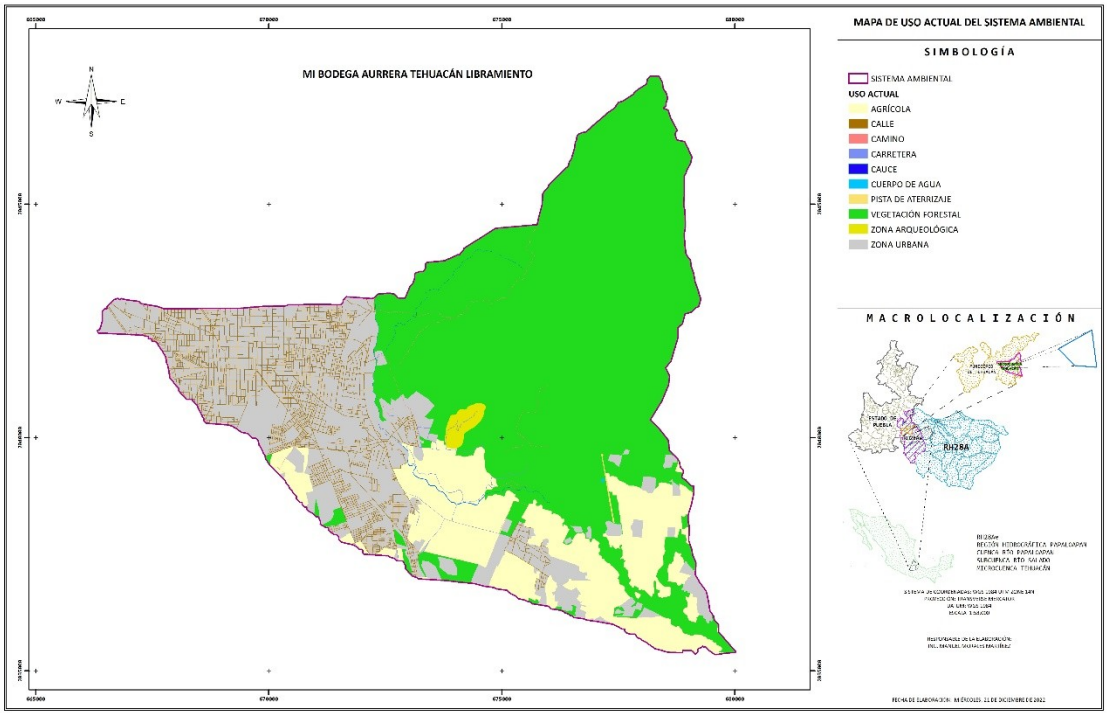


Figura II.8. Vegetación y usos actuales del suelo del Sistema Ambiental.

Nivel Área de Influencia (AI).

De acuerdo a las cartas de INEGI de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie VI, los tipos de vegetación y usos de suelo del AI corresponden a:

Cuadro II.7. Tipo de vegetación y uso del suelo del Área de Influencia (INEGI, Serie VI).

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	
	Serie VI	Porcentaje (%)
Urbano construido	6.599	100.00
TOTAL	**6.599**	**100%**

En el mapa que enseguida se muestra se encuentra representada esta clasificación.

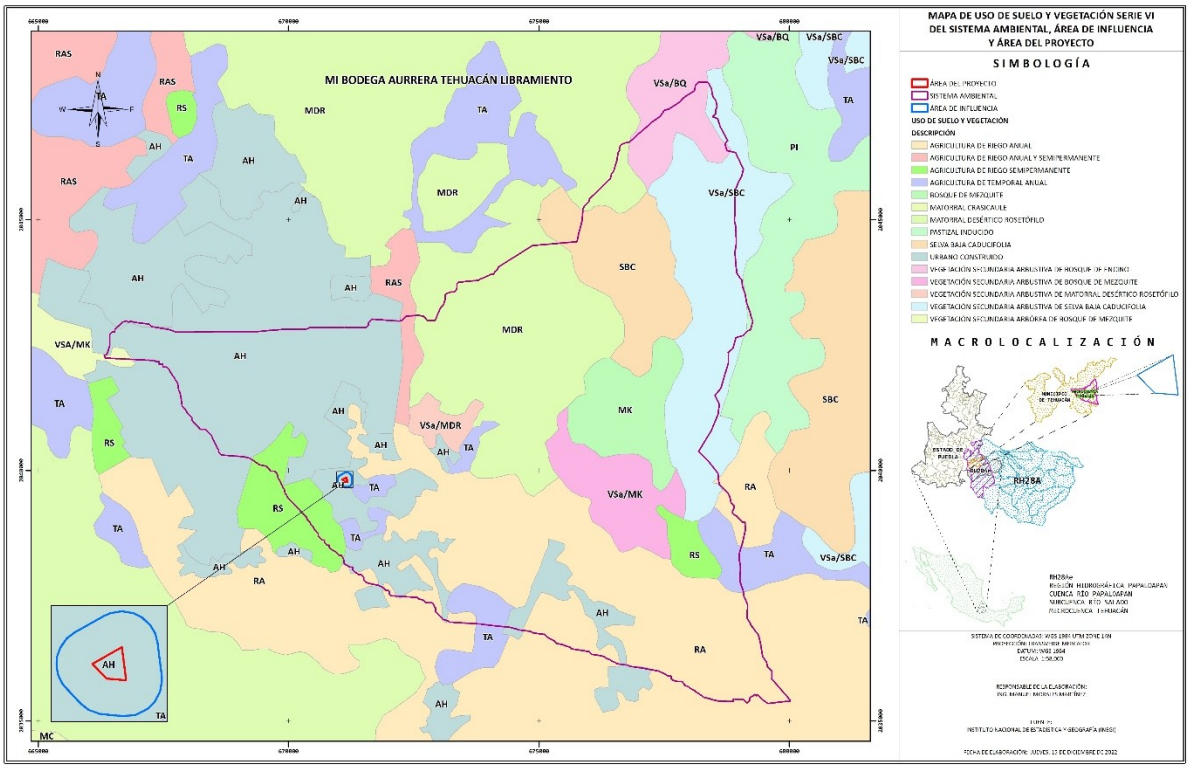


Figura II.9. Tipo de vegetación y uso de suelo del Sistema ambiental, Área de Influencia y área del proyecto (INEGI).

Considerando las observaciones en campo:

Cuadro II.8. Vegetación y usos de suelo del Área de Influencia (recorridos de campo).

Área de influencia		
CLASIFICACIÓN	**SUPERFICIE (HA)**	**%**
Calle	0.6671	10.11
Vegetación Forestal	1.3182	19.98
Zona Urbana	4.6137	69.92
TOTAL	**6.5990**	**100**

En seguida se presenta el mapa donde se observa representada esta clasificación.

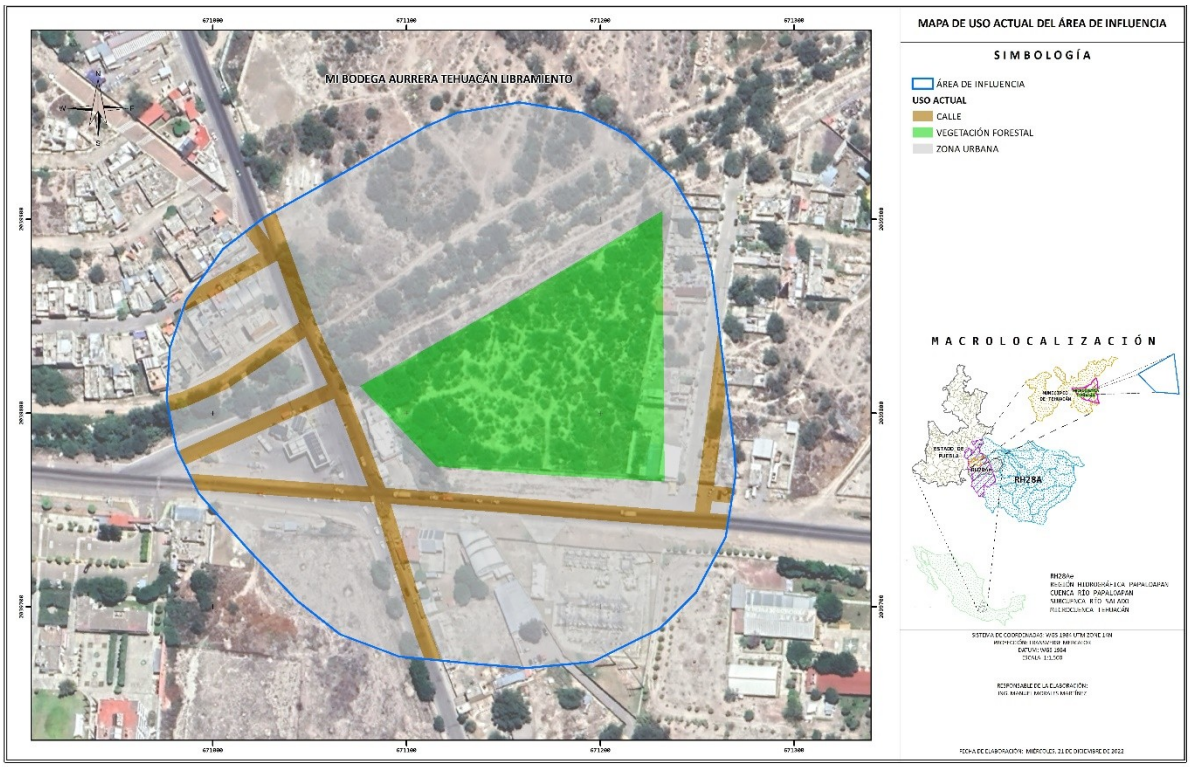


Figura II.10. Vegetación y usos actuales del suelo del Área de Influencia.

Tomando en cuenta la caracterización anterior, se presenta un comparativo de las unidades aledañas con el proyecto.

Cuadro II.9. Comparativo del Área del Proyecto con respecto a sus áreas aledañas.

COMPARATIVO (SA, AI Y AP)						
CLASIFICACIÓN	**SUPERFICIE**	**%**	**SUPERFICIE**	**%**	**SUPERFICIE**	**%**
	SA		**AI**		**AP**	
Agrícola	1,193.9910	15.7899				
Calle	247.2386	3.2696	0.6671	10.11		
Camino	6.4496	0.0853				
Carretera	10.0432	0.1328				
Cauce	5.1349	0.0679				
Cuerpo de agua	0.5475	0.0072				
Pista de aterrizaje	4.3882	0.0580				
Vegetación forestal	**4,099.3700**	**54.2119**	**1.3182**	**19.98**	**0.5109**	**100**
Zona arqueológica	45.9581	0.6078				
Zona urbana	1,948.6259	25.7695	4.6137	69.92		
TOTAL	**7,561.7470**	**100.0000**	**6.5990**	**100**	**0.5109**	**100**

Como se observa en el cuadro anterior, las características del AP con respecto a sus áreas aledañas, particularmente al SA corresponde a la zona forestal en tan sólo el 0.01%; con ello se aprecia que las condiciones de las zonas aledañas presentan la mayor parte del área forestal, por lo tanto, la afectación por la implementación del proyecto, no tiene mayor relevancia.

A continuación, se presentan algunas imágenes de los sitios colindantes:

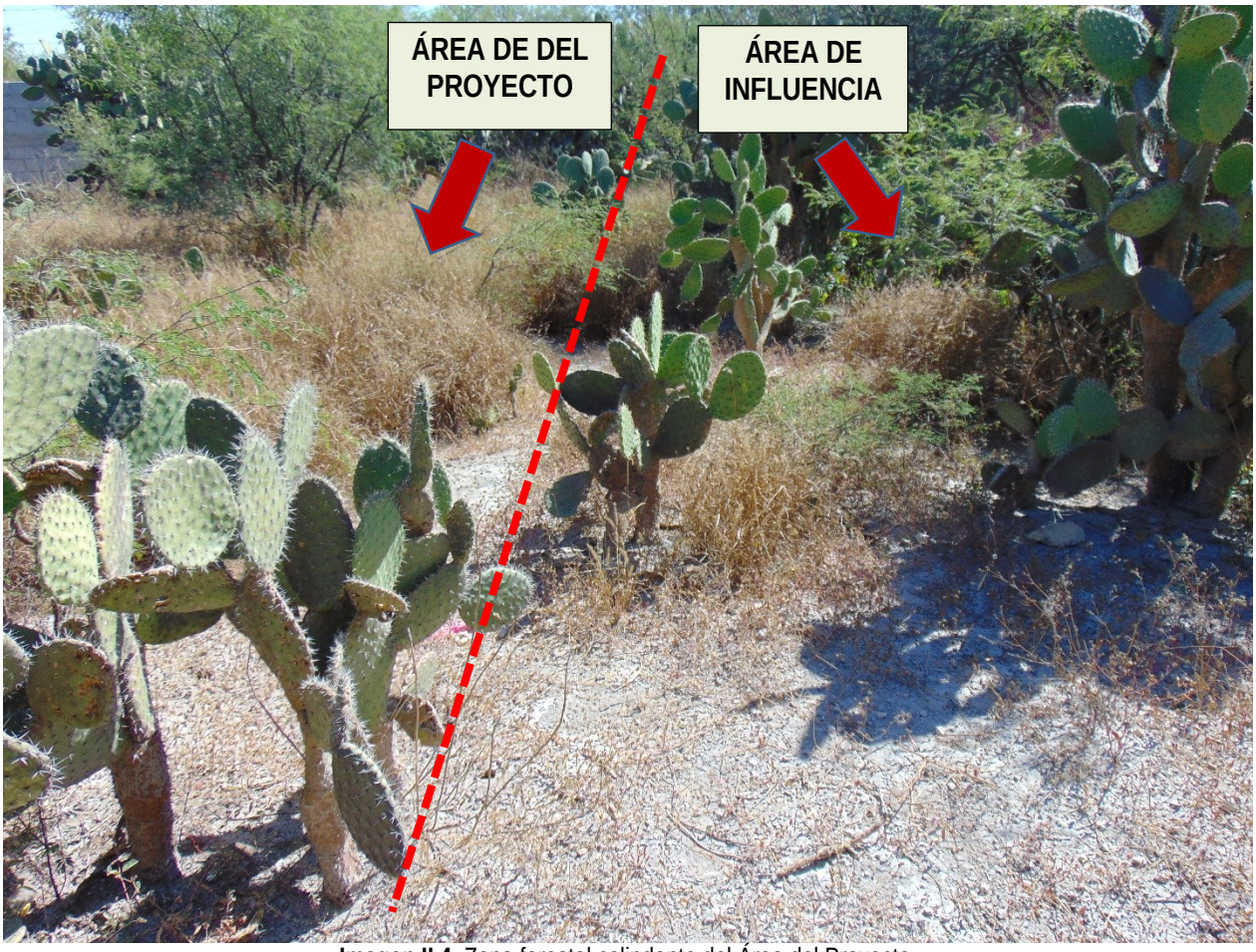


Imagen II.4. Zona forestal colindante del Área del Proyecto.

Imagen II.5. Zona forestal colindante del Área del Proyecto.

Zona urbana. – Se refiere a una superficie de 1085.52 ha de asentamientos humanos que corresponden al 14.36% de la superficie del SA; en ella, se encuentran viviendas con características de construcción de block, de madera y techos de loza, y algunas de techos de lámina, además de tener lugares para resguardo de animales y de vehículos y cuentan con los servicios básicos.

Imagen II.6. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental.

Caminos. – Los caminos se encuentran tanto en el AI como en el SA. En ambas áreas, figuran dos caminos principales cercanos al AP y que son las vías de acceso Al AP: Todos los caminos del tipo asfalto.

Imagen II.7. Condiciones de los caminos de acceso en el Sistema Ambiental.

Cuerpos de agua. – Cerca al área del proyecto no se encuentran cuerpos de agua ni escurrimientos, solo un canal de aguas negras.

Imagen II.8. Condiciones del canal de aguas negras cercano al Área del Proyecto.

Forestal. –El SA, el cual abarca los tipos de vegetación del AP y del AI, tiene una superficie forestal de 3271.1505 ha, representando un porcentaje de 43.3% de su superficie total, considerando la serie VI de INEGI.

Imagen II.9. Condiciones de las áreas forestales del Sistema Ambiental.

Componentes bióticos y abióticos de las áreas colindantes al Área del Proyecto.

Las áreas colindantes al AP presentan las siguientes características bióticas y abióticas. La descripción del medio abiótico y biótico se realizó conforme al conjunto de información cartográfica en formato shapefile obtenida del portal de INEGI (datos vectoriales escala 1:250 000 serie VI), la información más detallada referente a dichas áreas la encontramos en el Capítulo IV de la presente MIA.

Cuadro II.10. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE CLIMA	VIENTO	FISIOGRAFÍA	GEOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROGRAFÍA	TIPOS DE VEGETACIÓN
SISTEMA AMBIENTAL	7,561.7672	BS1kw(w):Semiseco templado. BS1hw(w):Semiseco semicálido. BS0hw(w):Seco semicálido. BS0(h')w(w):Seco muy cálido	Velocidad del viento: **Zona B**, clase moderado, velocidad de 130 a 160 km/hr.	Forma parte de la Sierra Madre del Sur	Q(Igeb): Clase Ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva básica de la Era del Cenozoico, Ki(lu-ar): claseSedimentariatipoLutita-AreniscaeraMesozoico K(Igei): clase ígnea extrusiva, tipo ígnea extrusiva intermedia, era mesozoica Ti(lu-ar): clase sedimentaria, tipo lutita-arenisca, era cenozoica Q(tr): clase sedimentaria, tipo travertino, era cenozoica.	I+E+Hh/2: litosol, rendzina feozem háplico y textura media Lk+Lo/2: luvisol cálcico, luvisol órtico y textura media Xl+Xh/2: Xerosol lúvico, Xerosol háplico y textura media	RH28- RÍO PAPALOAPAN	agricultura de temporal anual agricultura de riego anual y semipermanente agricultura de riego anual agricultura de riego semipermanente vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino selva baja caducifolia matorral desértico rosetófilo **bosque de mezquite** vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite pastizal inducido zona urbana
ÁREA DE INFLUENCIA	6.5990							urbano construido
ÁREA DEL PROYECTO	0.5109							En campo se observó un bosque de Mezquite

En resumen, el AP representa una pequeña proporción de las condiciones bióticas y abióticas encontradas en las otras dos unidades de análisis (AI y SA).

II.2. Uso de suelo propuesto.

El cambio de uso de suelo del proyecto tiene la finalidad de la construcción y establecimiento de una tienda de autoservicio, los diferentes componentes a continuación de indican.

Cuadro II.11. Uso de suelo propuesto para el Área del Proyecto.

ÁREA DESTINADA AL PROYECTO				
MCH	**Elemento**	**Superficie m2**	**Vegetación**	**Uso**
Tehuacán	**Área total del predio**			
	Sup. Total de predio	5,109.00	Bosque de mezquite	Forestal
	Áreas total arrendada			
	Sup. Arrendada	5,109.00	Bosque de mezquite	Forestal
	Áreas de construcción			
	Mi Bodega Aurrera Urbana	1,589.00	Bosque de mezquite	Forestal
	CANOPIES	80.00		
	Construcción total =	1,669.00		
	Superficie de área libre =	3,440.00		
	Áreas libres de construcción			
	Área de gravilla (permeable)	350.55	Bosque de mezquite	Forestal
	Área con muros de suelo cemento	73.88	Bosque de mezquite	Forestal
	Cajones de estacionamiento	1242.85	Bosque de mezquite	Forestal
	Anden (concreto 18 cm)	538.77	Bosque de mezquite	Forestal
	Banquetas, rampas y servicios (concreto 10 cm)	748.74	Bosque de mezquite	Forestal
	Taludes con concreto lanzado	279.68	Bosque de mezquite	Forestal

ÁREA DESTINADA AL PROYECTO				
	Áreas verdes	205.53	Bosque de mezquite	Forestal
	Superficie total del proyecto	3,440.00	Bosque de mezquite	Forestal

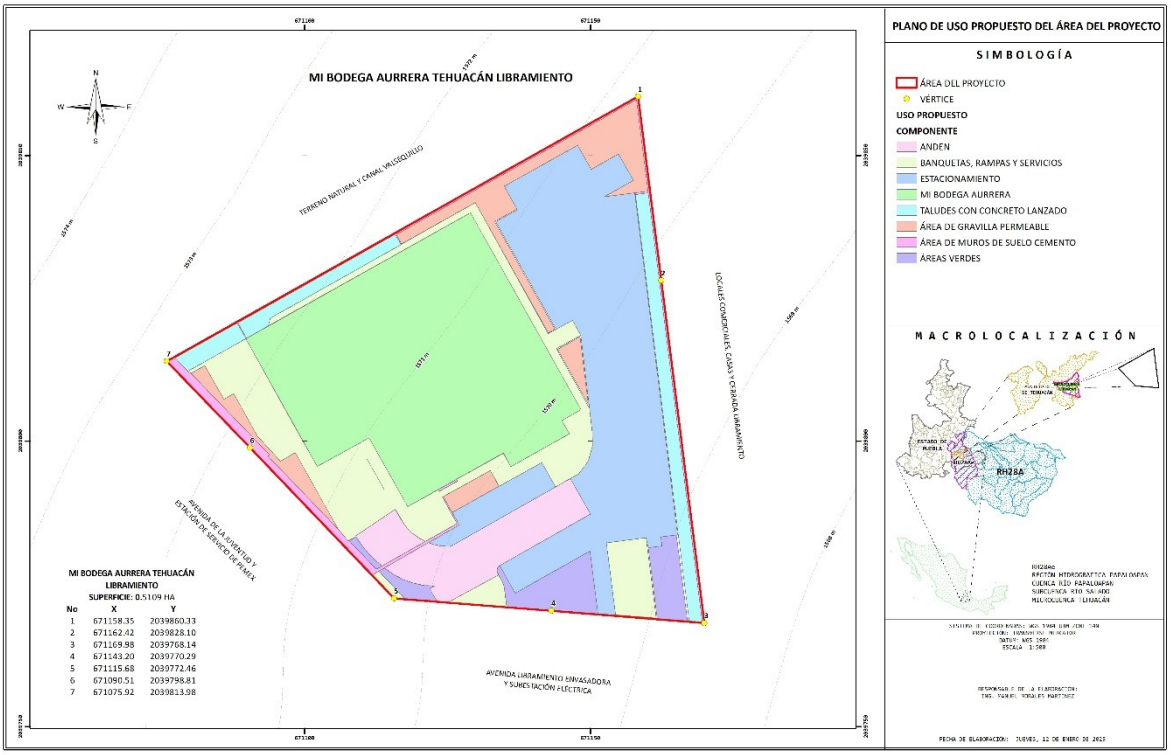


Figura II.11. Uso de suelo propuesto del Área del Proyecto.

II.3. Características particulares del proyecto.

El proyecto, corresponde al cambio de uso de suelo, el cual comprende principalmente la preparación del sitio enfocada a las actividades previas a la construcción. En el siguiente cuadro se muestran las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto.

Cuadro II.12. Principales actividades desarrolladas en el cambio de uso de suelo del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Señalización (Delimitación)
	Desmonte
	Extracción de materias primas
	Despalme
	Transporte de material inerte
	Aplicación de medidas de mitigación previas, durante y después del cambio de uso de suelo.

II.3.1. Programa de trabajo.

El proyecto que justifica este escrito tendrá como plazo 2 meses que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte del material inerte).

El proyecto incluye además las medidas de mitigación, compensación y/o prevención, previas al cambio de uso de suelo como lo es el rescate de flora silvestre, y el ahuyentamiento y rescate de especies de fauna silvestre. Es importante resaltar que el rescate de las especies incluye además la reubicación.

Se contemplan también medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo como por ejemplo el seguimiento a la reubicación de flora silvestre y su mantenimiento, la realización de reforestación, entre otras.

Es importante recalcar que la actividad a evaluar es el cambio de uso de suelo para el proyecto, sin embargo, posteriormente a esa etapa, se llevaría a cabo como tal la construcción del mismo, pero en este documento no es una etapa que se tome en cuenta como parte de la evaluación y, por lo tanto, las medidas de mitigación, compensación y/o prevención después del cambio de uso de suelo se proponen realizarlos en 5 años posteriores a esta actividad.

Cuadro II.13. Cronograma de actividades.

ACTIVIDAD POR USO DE SUELO	MESES					
ETAPAS / ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6
	Preparación del sitio					
Medición y delimitación de superficies	X	X				
Medidas de mitigación previas a actividades de desmonte	X	X				
Desmonte	X	X				
Extracción de materias primas	X	X				
Despalme	X	X				
Medidas de mitigación durante toda la etapa de preparación del sitio	X	X				
Construcción						
Cortes de terreno			X	X	X	X
Movimiento de suelo y nivelación			X	X	X	X
Compactación			X	X	X	X
Construcción			X	X	X	X

II.3.2. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El área donde se encuentra el proyecto es en una zona urbana, se encuentra en el municipio de Tehuacán perteneciente al estado de Puebla.

Dentro del predio que alberga el proyecto se cuenta con la disponibilidad de servicios y obras públicos, como lo son, vías de acceso, servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje.

II.3.3. Etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo).

La actividad principal de la preparación del sitio corresponde a la extracción de la vegetación forestal presente en la superficie en la que se llevará a cabo dicha actividad. En este apartado se menciona a detalle el procedimiento para realizar la extracción de la vegetación, además de las principales actividades de mitigación, compensación y/o prevención para la flora y fauna. La forma de ejecución y las actividades propias de esta etapa son las siguientes:

ACTIVIDADES PREVIAS AL DESMONTE-DESPALME

- **Señalización (delimitación).**

Se establecerá una brigada con equipo de medición (GPS) para delimitar el área autorizada y así posteriormente iniciar con las demás actividades correspondientes al cambio de uso de suelo, reduciendo impactos fuera de estas áreas o fuera del predio.

Imagen II.10. Ejemplo de señalización y delimitación de áreas autorizadas.

- **Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre.**

El ahuyentamiento de fauna se concentra básicamente en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento de los animales que se encuentren en una zona que será intervenida para el proyecto. Esta técnica, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentren en el sitio.

- **Rescate y reubicación de fauna silvestre.**

El rescate y reubicación de fauna silvestre consiste en una técnica auxiliar para el desplazamiento de especies, desde un sitio a intervenir (hábitat de origen, área de paso o percha) hacia un hábitat alterno, que cuente con las características biológicas del hábitat de origen, y que permita a las especies continuar con su dinámica poblacional y ciclo biológico. La intervención de las áreas de cambio de uso de suelo, puede provocar la muerte directa de aquellos organismos que sean sorprendidos de manera imprevista. Esta situación causa migración y desaparición de un número significativo de especies de fauna silvestre, con repercusiones negativas para la estabilidad de los ecosistemas de la zona. Por lo tanto, es importante implementar una serie de trabajos de ahuyentamiento y rescate, orientados a minimizar los efectos sobre la fauna residente del AI directa del proyecto. Dentro de los anexos correspondientes al Capítulo VIII, se puede encontrar el ANEXO 10. PROG. RESCATE_FAUNA, en el cual se detalla la metodología a emplear.

- **Rescate y reubicación de flora.**

Se indica que previo a la ejecución del cambio se realizarán recorridos por las áreas de cambio de uso de suelo, con la finalidad de identificar la vegetación que se verá afectada y que pudiera ser rescatada, para ser posteriormente reubicada en sitios de características ambientales similares a las de su origen. Para la reubicación, especialmente se le dio importancia a la flora con estatus o endémica y es mencionada en el cuadro siguiente. Para realizar los trabajos de rescate y reubicación, se eligieron las especies que presentan condiciones para ser rescatadas/reubicadas con éxito, es decir, que sus dimensiones en cuanto a tamaño y sistema radicular permitan su manipulación causando los menores daños posibles. Las especies consideradas a rescatar y reubicar son las siguientes:

Cuadro II.14. Número de individuos a rescatar y reubicar.

ESPECIES A RESCATAR							
BOSQUE DE MEZQUITE							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL DE INDIVIDUOS**
1	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	17	**12%**	2
2	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	153	**20%**	30
TOTAL					**170**		**32**

Estas actividades se realizarán de acuerdo a las especificaciones mostradas en el programa que se muestra en los anexos del Capítulo VIII / ANEXO 9. PROG. RESCATE_FLORA.

ACTIVIDADES DE DESMONTE-DESPALME

- **Desmonte.**

El objetivo principal de esta actividad es el corte, derribo y extracción del arbolado y arbustos.

Este proceso se llevará a cabo de manera paulatina, según la programación de superficies de la ejecución del proyecto. El inicio de estas actividades está en función de la autorización.

- **Derribo:**

El derribo del arbolado será direccional para evitar la afectación de individuos que se encuentren en las áreas aledañas al cambio de uso de suelo. Para esta actividad se utilizará una motosierra, así como herramientas auxiliares (para vegetación delgada y suave) de corte, como machetes y hachas. El procedimiento consiste en realizar dos cortes en forma de "uso" en el lado hacia el que se quiere que caiga el árbol y un tercer corte del lado contrario para derribar definitivamente el tronco. En caso de árboles de poco diámetro (menos de 10 cm) o arbustos se hace un solo corte en la base de éstos.

Imagen II.11. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado.

Imagen II.12. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte.

- **Extracción de materias primas.**

Consiste en la extracción de la vegetación forestal resultante del derribo. A continuación, se presenta el volumen a extraer en el AP.

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

- *Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo del AP:*

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio del 2018, en su artículo 7, fracción XXXVII define a las materias primas como: "*Los productos de los aprovechamientos forestales que no han sufrido procesos de transformación".*

El tipo de vegetación del AP corresponde a bosque de mezquite.

La cubicación de un árbol en pie, es decir, el cálculo de la madera que almacena, es una operación estadística que depende de varios factores. Con el objetivo de obtener información precisa para cuantificar las existencias de los recursos forestales maderables en la zona requerida para el proyecto, resulta imprescindible la aplicación de un inventario.

- *Metodología empleada para la estimación de volumen:*

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

1. Delimitación en la carta topográfica y la ortofoto de la poligonal del área para tener bien definidos sus límites y tener una primera idea de la cantidad de vegetación presente dentro del área.
2. Recorrido en campo por el perímetro de la superficie propuesta, para identificar la cobertura vegetal que sería afectada por el AP.
3. Muestreo mediante sitios. Para el AP se establecieron 3 sitios circulares de 200 m^2 con un de radio de 7.98 metros para el estrato arbóreo y que representan una intensidad de muestreo de 11.7 %, para una superficie de 0.5109 hectáreas, de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal[1]
4. Medición de las variables dasométricas necesarias para la estimación de las existencias volumétricas dentro del área (diámetro, altura, no. de individuos) por especie, así como información ecológica del área (pendiente, tipo de suelo, msnm, especies de flora, cobertura del sotobosque, y otras).
5. Determinación de los volúmenes mediante la utilización de las tablas de volumen definidas por el inventario estatal forestal.
6. En cada caso se agregó un 20% al volumen obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

1 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo: Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

Diseño de muestreo.

Cada sistema de muestreo se usa para obtener estimaciones de ciertas propiedades de la población objeto de estudio, y será tanto más adecuado cuanto mejores sean las estimaciones que proporcione. Las estimaciones individuales pueden ser, por casualidad, muy aproximadas o diferir considerablemente del verdadero valor, dando una prueba deficiente de los méritos del sistema. La mejor manera de juzgar un sistema de muestreo consiste en observar la distribución de frecuencias de las estimaciones que se obtienen por muestreos repetidos. Un buen sistema proporciona estimaciones cuya distribución de frecuencias posee una pequeña variancia y su valor medio está muy próximo al valor verdadero. La diferencia entre la estimación media y el valor verdadero se denomina "sesgo". El término «sesgo» se usa también refiriéndose al proceso por el cual se producen las diferencias (FAO, 2001).

Para el sistema de muestreo florístico, se determinó utilizar la metodología del modelo de **muestreo estratificado,** El muestreo estratificado conlleva, en primer lugar, dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población y, a continuación, dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato. Si la muestra de cada estrato es una muestra aleatoria simple, la totalidad del procedimiento se describe como muestreo aleatorio estratificado. A continuación, se describe el modelo que se utilizó para tomar la información en campo.

MUESTREO

Forma y tamaño de los sitios.

Para obtener la información del AP, se implementó la siguiente manera:

Por medio de Sistemas de Información Geográfica, se delimitaron las áreas forestales para el proyecto, para posteriormente realizar el levantamiento de datos en campo.

La información se levantó por tipo de estrato, el sitio mayor incluye dos sub-sitios, siendo de la siguiente manera:

a) **Estrato arbóreo:** Los individuos se censaron y midieron en toda la superficie del PROYECTO
b) **Estrato arbustivo:** Los individuos se midieron en sitios con un radio de 5.64 m (100 m^2)
c) **Estrato herbáceo:** Los individuos se midieron en sitios cuadrados de 1 x 1 m (1m^2)

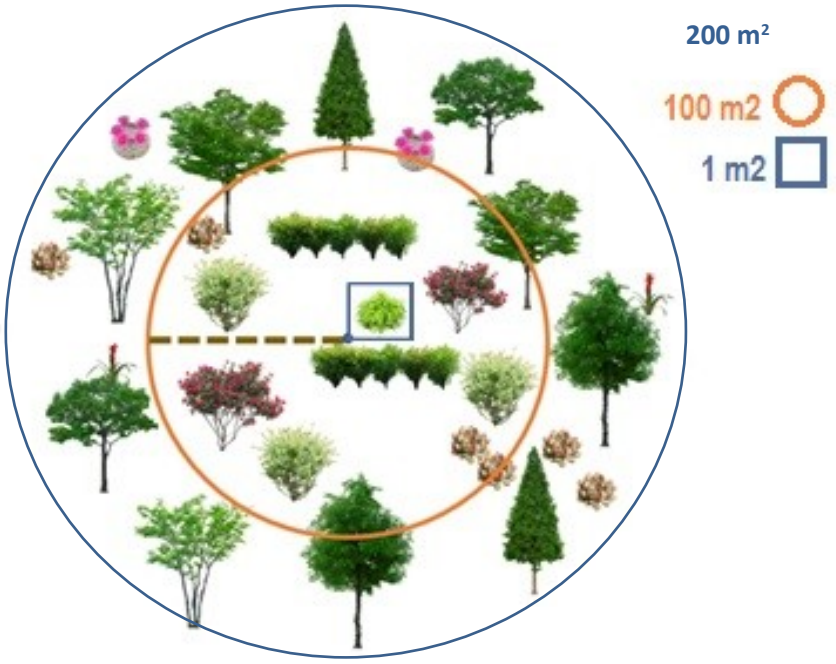


Figura II.12. Ejemplo de muestreo para el Área del Proyecto.

Tamaño de muestra.

Para determinar el tamaño de muestra se realizó un pre-muestreo del área para calcular el número correcto de sitios por levantar en la superficie del proyecto.

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 pero 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[1]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[2]).

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. En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el AP fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.
E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000).
t = Valor que se obtiene de las tablas "t de Student", con 95 % de probabilidad y dos colas
N = Total de unidades muéstrales en toda la población.
CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\overline{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar
$\overline{x}$ **=** Promedio

Determinación del tamaño de muestra

Cuadro II.15. Determinación del tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de especies registradas
Bosque de mezquite	1	57
Bosque de mezquite	2	57
Bosque de mezquite	3	62
Promedio (ẋ)		59
VARIANZA		8
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		2.8868
Coeficiente de variación (CV)		4.9206
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		26
Total de sitios 95% (n=)		**2**

De acuerdo con la superficie total de cambio de uso de suelo perteneciente a bosque de mezquite (0.5109 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 26, considerando que cada unidad muestreada tuvo una superficie de 200 m².

Cuadro II.16. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	Superficie de PROYECTO		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de mezquite	0.5109	5,109.00	200	26

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{4.3030^2 * 4.9206^2}{15^2 + \frac{4.3030^2 * 4.9206^2}{26}} = 2$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado para el estrato arbustivo, con dos unidades muéstrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo.

Con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual de las áreas de PROYECTO se realizaron los tres puntos de muestreo, resultando así una intensidad de muestreo del 11.7%.

Estimación del volumen.

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

1. Delimitación en la carta topográfica y la ortofoto, de la poligonal del predio para tener bien definidos sus límites y tener una primera idea de la cantidad de vegetación presente dentro del mismo.
2. Recorrido por el perímetro de la superficie propuesta, para identificar la cubierta de vegetación que sería afectada por el cambio de uso del suelo.
3. Muestreo mediante sitios de muestreo. Para el área de cambio de uso de suelo se establecieron sitios circulares de 200 m^2, con un de radio de 7.98 m para el estrato arbóreo y con una superficie total de cambio de 0.5109 ha. Se levantaron en total 3 sitios en el área de cambio de uso.
4. Medición de las variables dasométricas en la delimitación de los sitios, necesarias para la estimación de las existencias volumétricas dentro del área (diámetro, altura y no. de individuos) por especie.
5. Determinación de los volúmenes mediante la utilización de las tablas de volumen, definidas por el Inventario Estatal Forestal para esta parte del estado.
6. En cada caso se agregó un 20% al volumen obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

MODELOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN.

Para la estimación de los volúmenes de las especies maderables se utilizaron las tablas de volumen del inventario forestal del estado de Puebla, publicado en el año 1984, documento en el cual se encuentran tablas de volúmenes para las 5 zonas que comprende el estado. Las tablas de volúmenes que se presentan en el Inventario Estatal Forestal de la zona, utilizadas para el proyecto son las siguientes:

Indicar que lamentablemente no se cuenta con modelos matemáticos que nos permitan obtener el volumen por especie, de las especies encontradas en el proyecto, sin embargo; de acuerdo a la forma, desarrollo y asociación de las especies, se optó por utilizar el modelo definido para *Sambucus mexicana* y *arbutus sp.*, tal y como lo indica el siguiente cuadro.

Cuadro II.17. Modelos para el cálculo de volumen.

Modelo utilizado zona 2 y 3 (según inventario forestal 1984)	Modelos para el cálculo del volumen zona 2 y 3	Modelo utilizado para la estimación de volumen de las especies involucradas (PROYECTO)	Especies involucradas en el PROYECTO
Para Sambucus mexicana y Arbutus sp.	Vol=Exp (-9.50178450+1.82547723 Log (DN)+0.98416091 Log (HT))	Vol=Exp (-9.50178450+1.82547723 Log (DN) +0.98416091 Log (HT))	*Acacia farnesiana, Celtis pallida, Parkinsonia praecox y Prosopis laevigata.*

CÁLCULO DE VOLÚMENES.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del volumen total de las especies maderables presentes y el listado de los individuos a remover catalogados como renuevos.

Cuadro II.18. Volumen a extraer de las Áreas del Proyecto.

SUPERFICIE	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES /HA	ÁREA BASAL (m2 / HA)	DN (cm)	ALT (m)	VOLUMEN TOTAL/HA (M3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M3 V.T.A.)
0.5109	Bosque de mezquite	*Acacia farnesiana*	Huizache	317	0.3122	3	2	0.7292	0.3725
		Celtis pallida	Naranjillo	17	0.0013	1	2	0.0000	0.0000
		Parkinsonia praecox	Palo verde	333	0.6378	4	2	1.5417	0.7876
		Prosopis laevigata	Mezquite	1,833	5.2386	5	3	14.9792	7.6529
Total	**--**	**--**	**--**	**2,500**	**--**	**--**	**--**	**17.2500**	**8.8130**

Cuadro II.19. Renuevos a remover del área de PROYECTO.

SUPERFICIE	TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. ÁRBOLES /HA
0.5109	Bosque de mezquite	*Acacia farnesiana*	Huizache	67
		Celtis pallida	Naranjillo	17
		Parkinsonia praecox	Palo verde	50
		Prosopis laevigata	Mezquite	300
Total	**--**	**--**	**--**	**433**

Nota: Se anexa cálculo de volumen ANEXO 13. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), CAPÍTULO II, ANEXO II.A. CÁLCULO_ VOLUMEN).

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES.

ESTRATO ARBUSTIVO.

Cuadro II.20. Número de individuos no maderables por especies del estrato arbustivo por hectárea y total.

ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,533	783
Total					**1,533**	**783**

ESTRATO HERBÁCEO.

Cuadro II.21. Número de individuos no maderables por especies del estrato herbáceo por hectárea y total.

ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	3,333	1,703
2	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	40,000	20,436
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	76,667	39,169
Total					**120,000**	**61,308**

ESTRATO EPÍFITAS, CACTÁCEAS Y LIANAS.

Cuadro II.22. Número de individuos no maderables por especies del estrato epífitas, cactáceas y lianas por hectárea y total.

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	50	26
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	50	26
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	683	349
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	250	128
Total					**1,033**	**528**

- **Despalme.**

La finalidad de esta actividad es extraer la vegetación herbácea existente sobre el AP, lo anterior con la finalidad de dejar el suelo desprovisto de obstáculos para la etapa de remoción del suelo y subsuelo.

Material fértil o materia orgánica:

Para este caso por las condiciones del suelo, no se realizará el rescate de materia fértil en el área del proyecto.

Maquinaria a emplear:

Para remover el suelo, se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento del suelo, esto será, conforme al cronograma presentado sujeto a evaluación y se puede decir que la remoción del

material orgánico se llevará a cabo en un lapso de cuatro meses después de la extracción de las materias primas.

Los equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos podrían ser:

- Excavadora hidráulica
- Camión de volteo.

Cuadro II.23. Información de excavadora hidráulica.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Excavadora hidráulica (Cantidad 1)	**Puesto del operador** El nuevo y ergonómico estilo automotriz de la estación del operador mejora el entorno del operador. El angosto tablero delantero proporciona excelente visibilidad del cucharón delantero. **Tecnologías integradas** Proporciona fuerzas de excavación líderes en la industria. Su resistente diseño proporciona durabilidad en las aplicaciones más exigentes. Los bordes serrados del brazo ayudan a sujetar mejor los materiales en las aplicaciones de desmonte y demolición. **Productividad potente** La bomba de pistones de desplazamiento variable y las válvulas hidráulicas de flujo compartido detectan la demanda de trabajo y ajustan el flujo y la presión para proporcionar una mayor productividad. El sistema hidráulico con detección de carga entrega lo siguiente: Sistema hidráulico con menor temperatura, mejor eficiencia del combustible, operación más silenciosa, reducción del desgaste en los componentes. **Sistema de Control de Amortiguación** La opción de control de amortiguación mejora la retención de material en el cucharón cargador para una mayor productividad y un sitio de trabajo más limpio.	La excavadora es una máquina especialmente equipada para el movimiento de tierras, en este caso se utilizará para el empuje de tierras hacia adelante o hacia un lado.

Imagen II.14. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme.

Actividades posteriores al desmonte y despalme

- **Transporte de material orgánico.**

Se realizará simultáneamente a la etapa de despalme. Los residuos producto del despalme (material inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible, los cuales, se colocarán con una excavadora hidráulica y se transportarán en camiones volteo con capacidad de 7 a 14 m^3.

Maquinaria a emplear:

- Camión Volteo de 12 o 14 m^3.

Cuadro II.24. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Camión de volteo (Cantidad 2)	**Características:** Motor a diésel; Capacidad de 7 y 14 m^3, al ras construida de lámina, con nervaduras en el frente, piso y costados, con mecanismo de cierre de la puerta basculante y sistema hidráulico de levante; Dirección hidráulica; Lona para tapar caja; Neumáticos para terracería; cabina convencional y aerodinámica; luces traseras y delanteras con funcionamiento; camiones que cuenten con las verificaciones correspondientes.	Transportar tierra del predio, hacia el lugar de su depósito, se estima un promedio de 4 viajes por día de cada camión.

A continuación, se muestra el transporte de este material:

Imagen II.15. Ejemplo del transporte de tierra fértil.

- **Material orgánico.**

Parte del material inerte será utilizado para la nivelación del proyecto en donde se ocupe, otra parte será utilizado para las actividades de compensación, y el resto será transportado a algún banco de tiro.

En resumen, los principales pasos implicados en el cambio de uso de suelo de acuerdo a su orden de aplicación son: 1) Señalización, 2) Rescate de flora y fauna, 3) Desmonte, 4) Extracción de las materias primas forestales, 5) Despalme y remoción del material inerte, y 6) Transporte del material inerte al área destinada; sin embargo, tal como ya se ha mencionado, existen otras asociadas a dichos pasos y las cuales, se describen a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA.

Nota: *Debido a que las actividades que de competencia para al cambio de uso de suelo son únicamente la señalización, desmonte, extracción de materias primas y despalme, la evaluación de los impactos ambientales para la superficie del proyecto será durante estas actividades, teniendo su fin hasta este apartado.*

II.3.4. Años posteriores al proyecto.

Posterior al cambio de uso de suelo del proyecto, se llevarán a cabo actividades de seguimiento, principalmente a todas aquellas medidas de mitigación, compensación y/o prevención realizadas en el cambio de uso de suelo (Para ver más detalles de las actividades a realizar ver Capítulo VI).

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL PROYECTO SERÁN EVALUADAS EN SU OPORTUNIDAD POR LA AUTORIDAD ESTATAL CORRESPONDIENTE MEDIANTE LA PRESENTACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL APLICABLE.

II.4. Inversión requerida.

La inversión requerida para el proyecto se estima en [redacted] Como se desglosa a continuación:

Cuadro II.25. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto.

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
[redacted]	

II.5. Etapa de abandono del sitio.

La presente manifestación, considera exclusivamente la etapa de cambio de uso de suelo en el AP posteriormente a esto todas las medidas de mitigación y compensación correrán por parte del promovente.

II.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

La realización del proyecto se divide en 5 actividades de la preparación del sitio en las cuales se tendrá generación de residuos sólidos y líquidos, además de la generación de emisiones atmosféricas.

Durante el desarrollo de las actividades del proyecto, no se generarán residuos peligrosos, señalando que no se almacenará ninguna sustancia peligrosa, ni se llevará a cabo algún mantenimiento de maquinaria dentro del AP, ya que las actividades de mantenimiento se efectuarán en centros especializados.

A continuación, se presenta la descripción del manejo y disposición de los residuos de acuerdo al tipo y a la actividad en la que serán generados.

Cuadro II.26. Residuos orgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material inerte	Residuos orgánicos	Se generará del material vegetativo que no pueda ser reutilizado y de los restos de alimentos de los trabajadores.	Los residuos provenientes de la vegetación, serán dispuestos en lugares asignados para tal fin dentro del predio, donde no impidan el desarrollo del proyecto y de igual manera no afecten la vegetación aledaña, posteriormente serán utilizados como materia orgánica o para la rehabilitación de zonas aledañas.
				Los residuos provenientes de alimentos se depositarán en contenedores específicos, los cuales, posteriormente serán entregados al servicio de recolección de la zona donde se encuentra ubicado el proyecto, mismos que dispondrán los residuos en sitios autorizados.
				Los residuos de alimentos no serán almacenados por periodos largos, así se evitará su descomposición, la presencia de fauna nociva y el riesgo de salud de los trabajadores.
				El suelo obtenido del despalme será almacenado en un área específica destinada para tal fin, desprovista de vegetación.

Cuadro II.27. Sólidos inorgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material inerte	Sólidos inorgánicos	Se generará del material e insumos que utilicen los trabajadores.	La tierra obtenida luego del despalme de la superficie del proyecto, será removida y almacenada en un área específica, para después ser reincorporada en las áreas de posterior restauración.
				Se realizará el almacenamiento de los residuos sólidos en contenedores y bolsas de plástico, ubicados estratégicamente.
				Se evitará que los contenedores se saturen para evitar la dispersión de basura fuera de ellos.
				Los contenedores y bolsas serán entregados al servicio de recolección de la zona donde se localiza el proyecto de manera continua, los cuales colocarán los residuos en sitios autorizados.

Cuadro II.28. Residuos líquidos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material orgánico	Residuos líquidos	El desarrollo del proyecto requerirá de trabajadores durante un periodo aproximado de 6 meses, lo que implica la generación de aguas residuales sanitarias.	Se contempla la utilización de baños ya existentes dentro del predio, y que cuentan con un mantenimiento constante.
				La empresa se encargará de las acciones de limpieza para que los sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas para su uso, a fin de evitar la propagación de enfermedades. Se encargará también de la recolección periódica y de la disposición final de los residuos en sitios autorizados.

Cuadro II.29. Emisiones a la atmósfera.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación) 2. Desmonte 3. Despalme 4. Extracción de materias primas 5. Transporte de material orgánico	Emisiones a la atmósfera	Se generarán emisiones por el uso de vehículos automotores y maquinaria pesada utilizados en la etapa de despalme, los cuales emiten gases de combustión (óxidos de nitrógeno y azufre, así como dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados).	Para la minimización de las emisiones de los vehículos automotores, se utilizará equipo en perfectas condiciones de uso; así mismo, durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo el servicio y mantenimiento periódico a cada unidad, evitando así rebasar los límites permisibles de emisión de gases establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2017.

II.7. Bibliografía

1 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.
2 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.

CAPÍTULO III

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

ÍNDICE GENERAL

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO....1
III.1 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES....1
III.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS....1
III.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). 2
III.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 28-04-2022....3
III.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)....5
III.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS....6
III.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL....7
III.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE....7
III.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE....7
III.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S)....8
III.11 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 10
III.12 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S)....10
III.12.1 Áreas Naturales Protegidas a nivel Estatal....11
III.12.2 ANP's - Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)....11
III.13 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL....11
III.13.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)....11
III.13.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)....12
III.14 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs´)....13
III.15 SITIOS RAMSAR....14
III.16 ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES....15
III.17 UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN)....16
III.18 CORREDORES BIOLÓGICOS....16
III.19 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES....17
III.19.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)....17
III.19.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA....22
III.19.3 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO....23
III.19.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE PUEBLA....24
III.19.5 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA....25
III.19.6 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE tehuacán (2019-2024)....27
III.20 BIBLIOGRAFÍA....29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto.....1
Cuadro III.2. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....2
Cuadro III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....4
Cuadro III.4. Vinculación del proyecto con la LGVS.....5
Cuadro III.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....6
Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con el reglamento de evaluación de impacto ambiental (REIA).....7
Cuadro III.7. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).....7
Cuadro III.8. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.....7
Cuadro III.9. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto.....8
Cuadro III.10. Descripción de la Unidad Ambiental 69.....18
Cuadro III.11. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 69).....19
Cuadro III.12. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.....23
Cuadro III.13. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo.....25
Cuadro III.14. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo de la Mixteca.....27
Cuadro III.15. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024....28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto.....10
Figura III.2. Ubicación del área del proyecto respecto a las ADVC´S.....11
Figura III.3. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.....12
Figura III.4. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.....13
Figura III.5. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.....14
Figura III.6. Ubicación del área del proyecto respecto de los sitios RAMSAR cercanos.....15
Figura III.7. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al Área del proyecto....17
Figura III.8. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.19 definida por el POEGT (regional).....18
Figura III.9. Ubicación del área del área del proyecto en las UAB 69 definida en el POEGT.....22

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

III.1 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. Asimismo, el presente proyecto debe estar sujeto a los diferentes lineamientos de cada plan u ordenamiento con validez oficial, el cual, este 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.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

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 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.1. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
Artículo 4	El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia. 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.	Las medidas propuestas para la mitigación de los impactos que puede causar el proyecto sobre algunos de los elementos del ambiente, presentadas en la actual manifestación, están encaminadas a garantizar la protección del ambiente y cumplir, en la medida de lo posible, con este precepto constitucional. Tomando lo anterior en cuenta en el Capítulo VI de la presente manifestación se plantea la integración del Programa de Vigilancia Ambiental detallado en el Capítulo VI.
Artículo 25	El Estado velará por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo. El Plan Nacional de Desarrollo y los planes estatales y municipales deberán observar dicho principio. Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores	La ejecución del mismo se llevará a cabo a través del uso sustentable de los recursos naturales y se considera la integración social para proporcionar un trabajo digno dentro de la activada a desarrollar en la propuesta de un establecimiento de una tienda de autoservicio

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
	social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.	
Articulo 123	Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley.	Durante la realización del proyecto se crearán empleos de forma directa e indirecta para cubrir las necesidades que presenta el desarrollo del mismo, los empleados serán personas de los lugares cercanos y se ajustarán sus condiciones laborales conforme a la ley.

III.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

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.2. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

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;	El proyecto cumple con este artículo al desarrollar los estudios conducentes para la integración de la MIA Particular en un proyecto integral (incorporando en este estudio todas las partes que componen el proyecto) y someter éste a evaluación ante la autoridad ambiental competente para realizar el cambio de uso de suelo en una superficie de 0.5109 ha.
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 vegetación de Bosque de Mezquite que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 0.5109 ha., por ende, se requiere la autorización del cambio de uso de suelo. Debido a que para la realización del proyecto se requiere de la autorización en materia de impacto ambiental para realizar cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el establecimiento de una nueva sucursal de tienda de autoservicio, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.
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 sanitarios portátiles durante la preparación del sitio y construcción 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, esto durante la construcción de la sucursal posteriormente se instalará la conexión adecuada e la red de drenajes.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
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 los diversos residuos generados contaminen el área, se realizará el depósito y almacenamiento de estos adecuadamente, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos.

III.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 28-04-2022.

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.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
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; **LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales; **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; **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;	Dentro del área del proyecto se determinó la presencia de vegetación forestal, correspondiente a vegetación de Bosque de Mezquite y para dar cumplimiento a lo anterior se realizaron los estudios correspondientes para realizar el cambio de uso de suelo.
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.	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 0.5109 hectáreas, motivo por lo que se tendrá que contar con dicha autorización ante la Secretaría. Asimismo, como parte de las medidas preventivas y de mitigación se establecerá un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna con el objetivo de reducir los impactos generados sobre el área del proyecto.
Artículo 155	Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar en terrenos forestales o preferentemente forestales cualquier tipo de obras o actividades distintas a las actividades forestales inherentes a su uso, en contravención de esta Ley, su Reglamento o de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; VII. Cambiar el uso de suelo de los terrenos forestales, sin contar con la autorización correspondiente.	El objetivo de este documento es la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo, en una superficie de 0.5109 ha la Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular.

III.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS).

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.4. Vinculación del proyecto con la LGVS.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)			
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**		**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
Título I Disposiciones Preliminares			**VINCULACIÓN**
Artículo 1	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 las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.		El artículo es aplicable desde el momento en que se proyectan las primeras acciones para llevar a cabo el proyecto ya que se tendrán que realizar actividades que afectan o desplazan especies dentro del área donde se ejecutará el proyecto. Y esto es importante ya que se tiene dentro de la población estas situaciones y por ende se realizó el estudio presente, el cual, considera de antemano que el nivel de afectación del factor flora y el factor fauna será el mínimo posible. Por ello, se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna para algunas de las especies encontradas en el Área del Proyecto, con ello se pretende mitigar los efectos negativos ocasionados por la ejecución del proyecto.
Título II Política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat			**VINCULACIÓN**
Artículo 5	El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	**Fracción I.** La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres.	Las especies de flora y fauna silvestres presentes en el área del proyecto serán rescatadas y reubicadas, dentro de la zona destinada para “áreas verdes” la cual se encuentra dentro del mismo hábitat solo que en terrenos alternos cuyas condiciones ambientales son similares a las de procedencia, asegurando la integridad de las especies y restableciendo la dinámica poblacional de las mismas.
		Fracción II. Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.	El proyecto contempla en todo momento medidas eficaces para la conservación los recursos naturales presentes en el área del proyecto. Además, se realizó un muestreo de flora y fauna en áreas fuera de la influencia del área del proyecto, de tal manera que se demuestra la presencia de las especies de dicha área en sitios alternos y fuera del área de influencia del proyecto. Demostrando así, que el área del proyecto corresponde a una mínima porción de ecosistema. Y que las especies presentes son comunes en la zona. Por lo tanto, la continuidad del ecosistema se podrá restaurar al momento de la reubicación de especies aunado a esto se tiene que al área del proyecto ya tiene perturbación por actividades humanas, como lo es la tira de basura, el pastoreo, entre otras.
Título V Disposiciones comunes para la conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre **Capítulo I** Disposiciones Preliminares			**VINCULACIÓN**

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)		
Artículo 19	Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	El desarrollo del presente proyecto se contempla llevar a cabo la intervención a los recursos naturales por ende se apegará al presente artículo buscando que la realización sea a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Para ello se establecerán mecanismos que garanticen la preservación de la vida silvestre. (Se implementarán programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna) con el fin de reducir los efectos que el proyecto pueda ocasionar sobre la vida silvestre.

III.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Esta ley se decretó el 8 de Octubre de 2003 y entró en vigor el 6 de enero de 2004, sus disposiciones son de orden público e interés social y su objeto consiste en garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado, así como propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos (RP), de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de los de manejo especial (RME); además de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Con motivo de lo anteriormente expuesto es que esta ley es reglamentaria de la Carta Magna, en relación a las disposiciones referentes a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional (Última Reforma DOF 22-05-2015).

Cuadro III.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

ARTÍCULOS	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Art. 1	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.	Durante el proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, para los cuales se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando principalmente una mala disposición de estos. Posteriormente dentro del establecimiento del proyecto se realizará conexión a la red de drenaje para evitar daños ambientales.
Art. 18	Los residuos sólidos urbanos podrán sub clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Como ya se mencionó anteriormente, durante el proyecto se generarán residuos sólidos, los cuales serán depositados en contenedores clasificados y almacenados para su disposición final.

III.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental.

Cuadro III.6. Vinculación del proyecto con el reglamento de evaluación de impacto ambiental (REIA).

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
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: 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.	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo de áreas forestales en una superficie de 0.5109 hectáreas, por lo que se somete a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental. La comunidad vegetal en el sitio corresponde a vegetación de Bosque de mezquite.

III.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Cuadro III.7. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

ARTÍCULO	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Artículo 141	Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos 15 fracciones (I - XV). La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.	En cumplimiento al artículo del vigente reglamento y con motivo de autorización, se presenta el contemporáneo documento el cual describe las condiciones actuales y posteriores al proyecto propuesto. Asimismo, es presentado un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre con las peticiones del reglamento.

III.9 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

Cuadro III.8. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
Título Primero Disposiciones Generales		**VINCULACIÓN**
Capítulo Único		
Artículo 1	El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.	De manera directa, el proyecto no se vincula con algún artículo en específico, sin embargo, dicho documento 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.

III.10 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 40 de Ley Federal sobre Metrología y Normalización (1992), 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.9. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria 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.
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 la maquinaria que estará presente durante algunas etapas del proyecto.
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-053-SEMARNAT-1993	En las acciones del proyecto, dar a conocer al contratista los residuos peligrosos de acuerdo al grado de toxicidad.
Determinación de residuos peligrosos por su toxicidad al ambiente.	
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-1994	La maquinaria que se empleará en el proyecto, deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la
Niveles máximos permisibles de emisión de gases	

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas líquido de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	emisión de gases por algún elemento desajustado; esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo
SUELO	
NOM-052-SEMARNAT-2005 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.	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.
FLORA Y FAUNA	
NOM-059-SEMARNAT-2010 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.	De acuerdo al muestreo de fauna se encontró una especie que se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a la flora, no se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se propone un programa de rescate y reubicación de individuos así como una reforestación dentro de la zona destinada para áreas verdes. 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 realizara un ahuyentamiento para evitar daño a las especies de fauna.
NOM-062-SEMARNAT-1994 Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionada por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.	Se propone realizar un área de reforestación de 0.020553 ha, como medida de compensación, por los impactos ocasionados.
NOM-061-SEMARNAT-1994 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 señalética así mismo se tiene planeado un programa para flora y fauna asegurando la menor afectación posible.
EN MATERIA DE SEGURIDAD	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	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.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	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.
NOM-002-STPS-2010 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.	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.

III.11 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.12 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 representa ningún inconveniente para su realización.

La superficie en donde se desarrollará el proyecto no se ubica dentro de la circunscripción geográfica que cubren las ANP, sin embargo, las más cercanas son: Tehuacán-Cuicatlán, Pico de Orizaba, Cañón del Río Blanco y Los Tuxtlas.

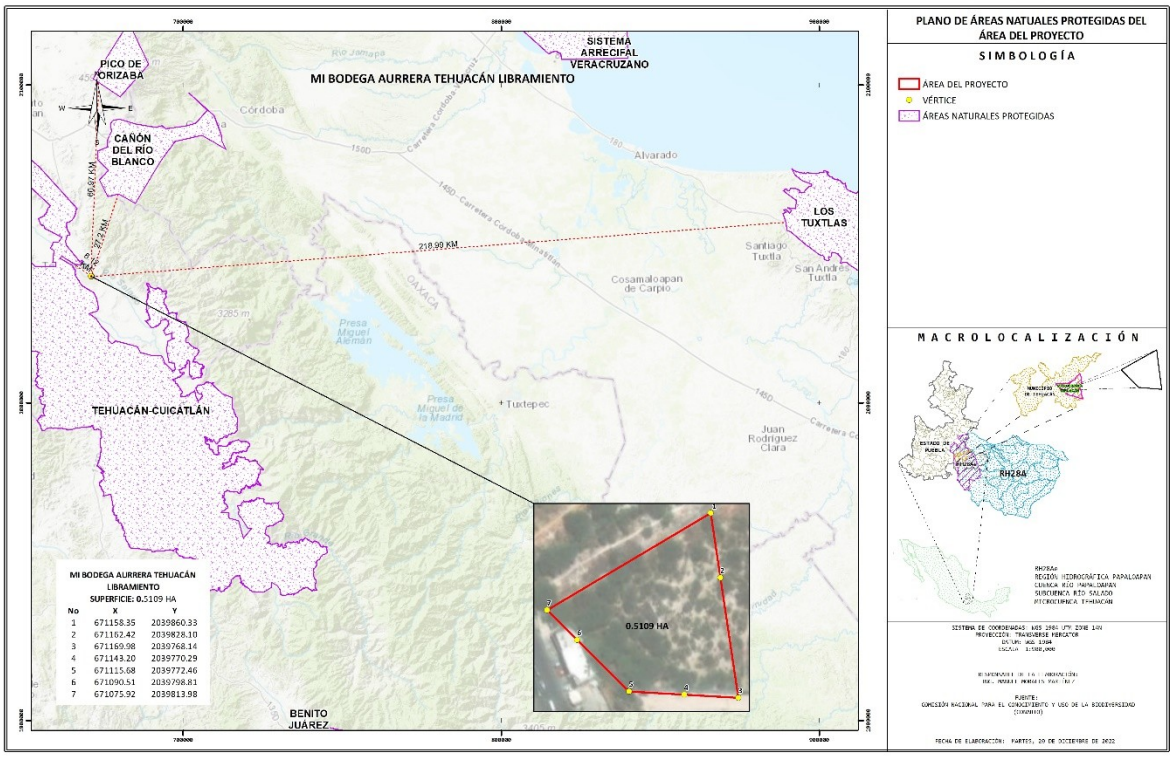


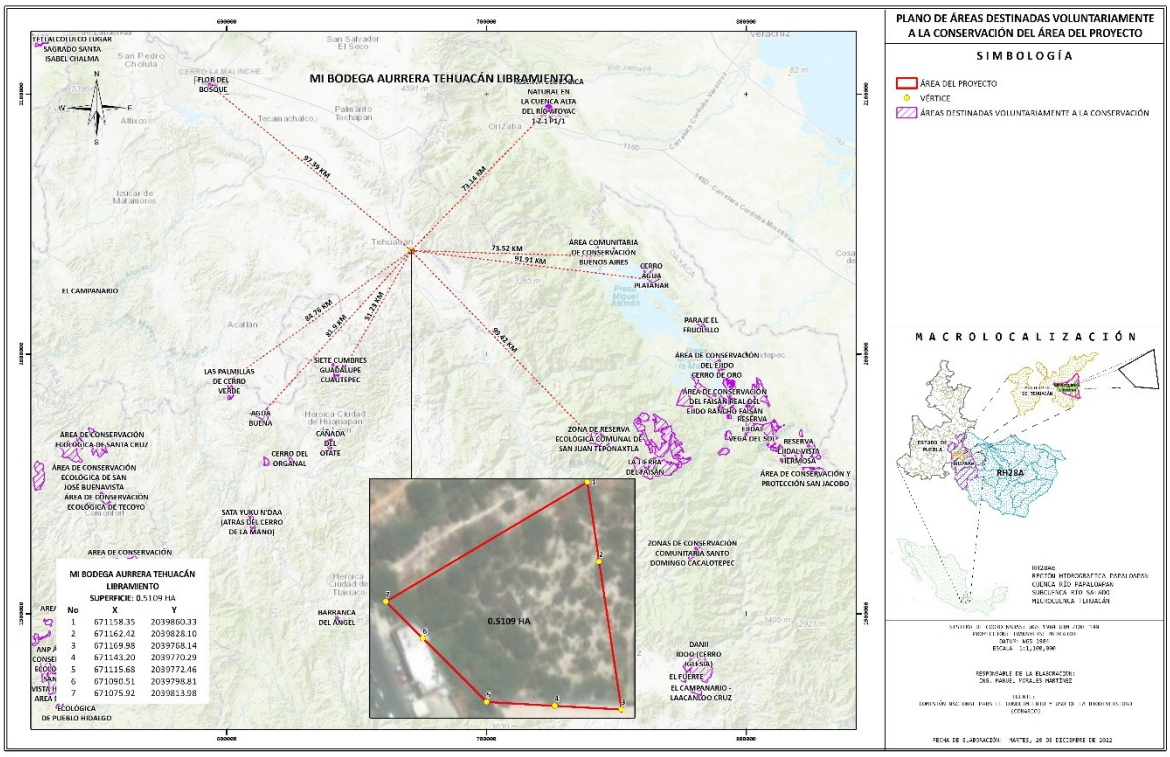
Figura III.1. Áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto.

III.12.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS A NIVEL ESTATAL.

Dentro de este rubro, el área del proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida de carácter estatal, históricamente se encontraba el ANP denominada “Cerro Colorado” sin embargo el 25 de mayo de 2022 se abrogó el decreto que lo declaraba ANP de carácter estatal.

III.12.2 ANP’S - ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC).

El área del proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, la más cercanas son: **Flor del Bosque, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires, Cerro Agua Platanar, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla, Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec, Agua Buena** y **Las Palmillas de Cerro Verde.**



No	X	Y
1	671158.35	2039860.33
2	671162.42	2039828.10
3	671169.98	2039768.14
4	671143.20	2039770.29
5	671115.68	2039772.46
6	671090.51	2039798.81
7	671075.92	2039813.98

Figura III.2. Ubicación del área del proyecto respecto a las ADVC´S.

III.13 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

III.13.1 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 dentro no se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, las más cercanas son, **Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro** y **Cuenca Oriental**.

Dentro de la región antes mencionada se tiene identificado por CONABIO que las principales actividades y los aspectos económicos siendo los siguientes:

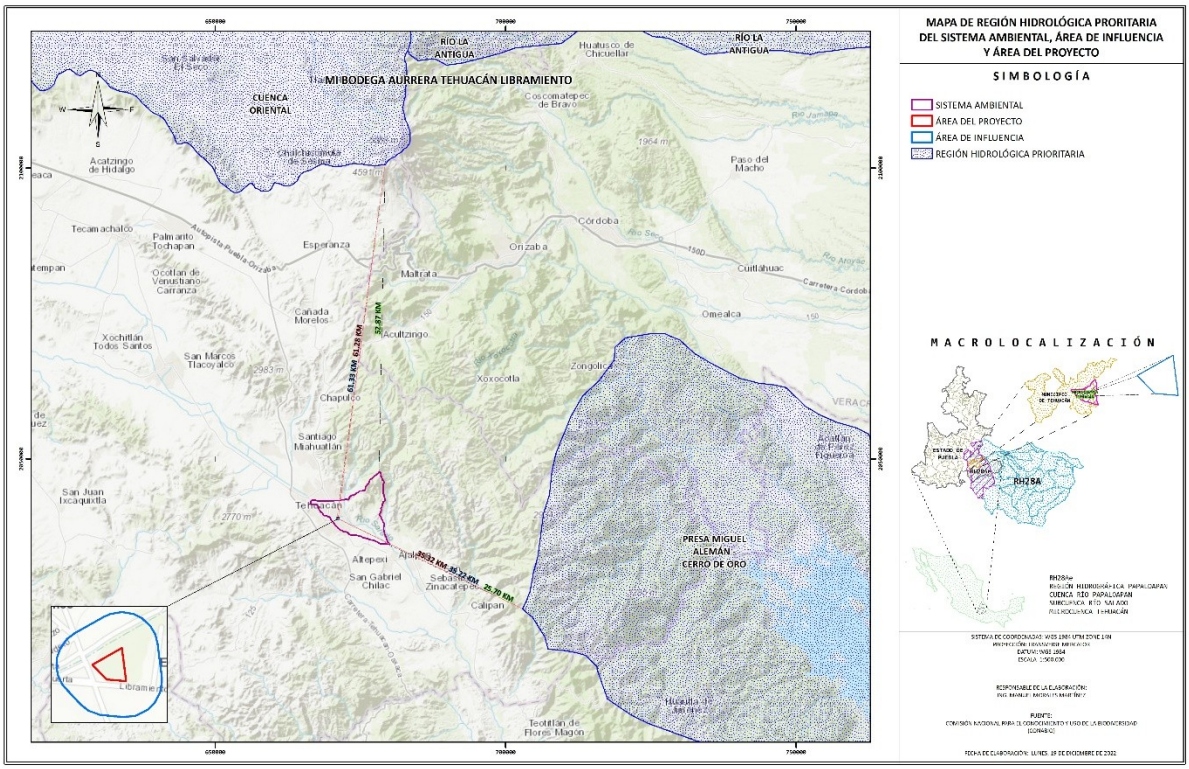


Figura III.3. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

III.13.2 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 alguna región terrestre prioritaria, sin embargo, las más cercanas son, **Valle de Tehuacán-Cuicatlán** y **Sierras del norte de Oaxaca-Mixe**.

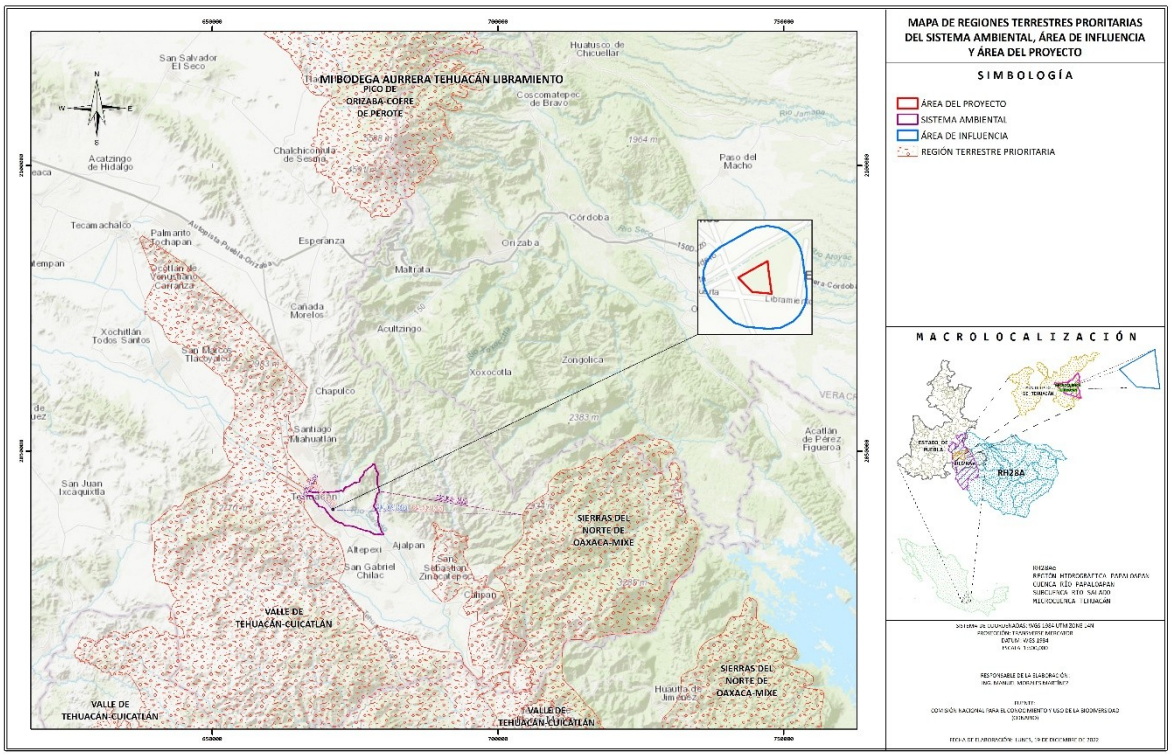


Figura III.4. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

III.14 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS´).

Las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) 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 (vegetación), todas las especies amenazadas y todas las especies endémicas:

El área donde se pretende desarrollar el proyecto, no se encuentra dentro de un polígono que delimite una Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA), la más cercanas son, **Valle de Tehuacan – Cuicatlan**, **Rio Metlac** y **Sierra de Zongolica**.

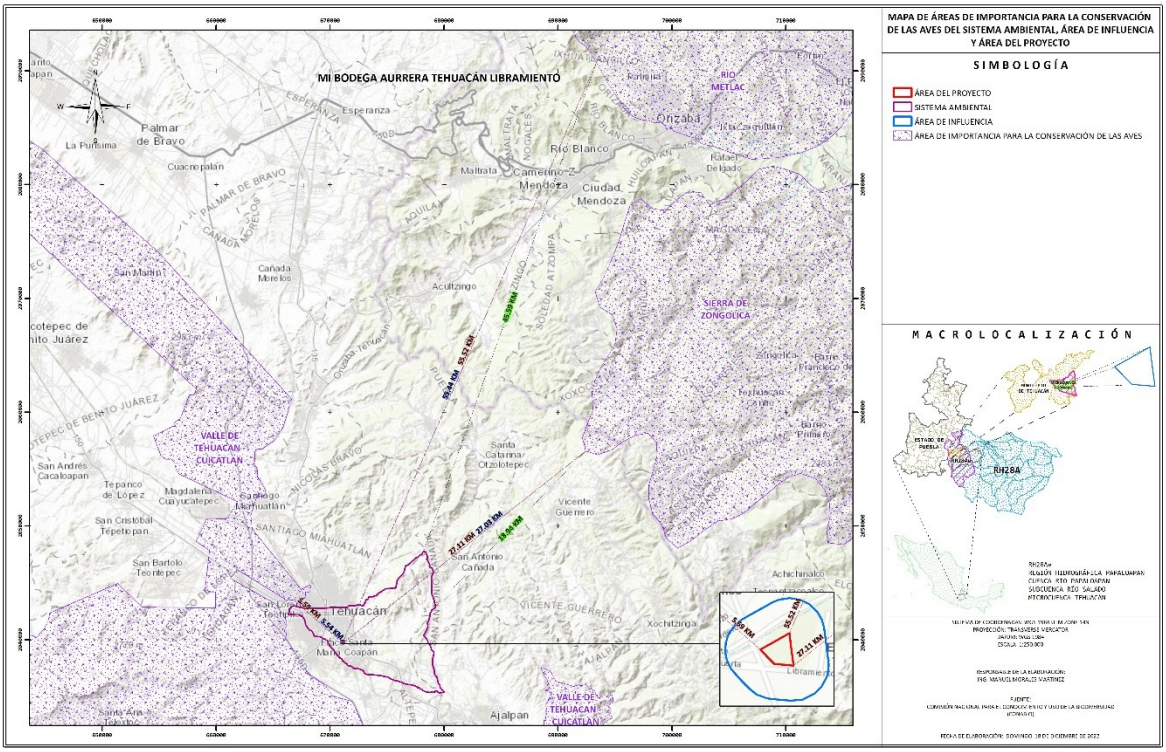


Figura III.5. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.

III.15 SITIOS 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, distribuida en 142 sitios catalogados en la Lista de RAMSAR.

Con respecto al proyecto, no afecta ningún sitio RAMSAR, los más cercanos son; **Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo), Cascadas de Texolo y su entorno, Sistema Lagunar Alvarado, Presa de Atlangatepec, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano** y **La Mancha y El Llano**.

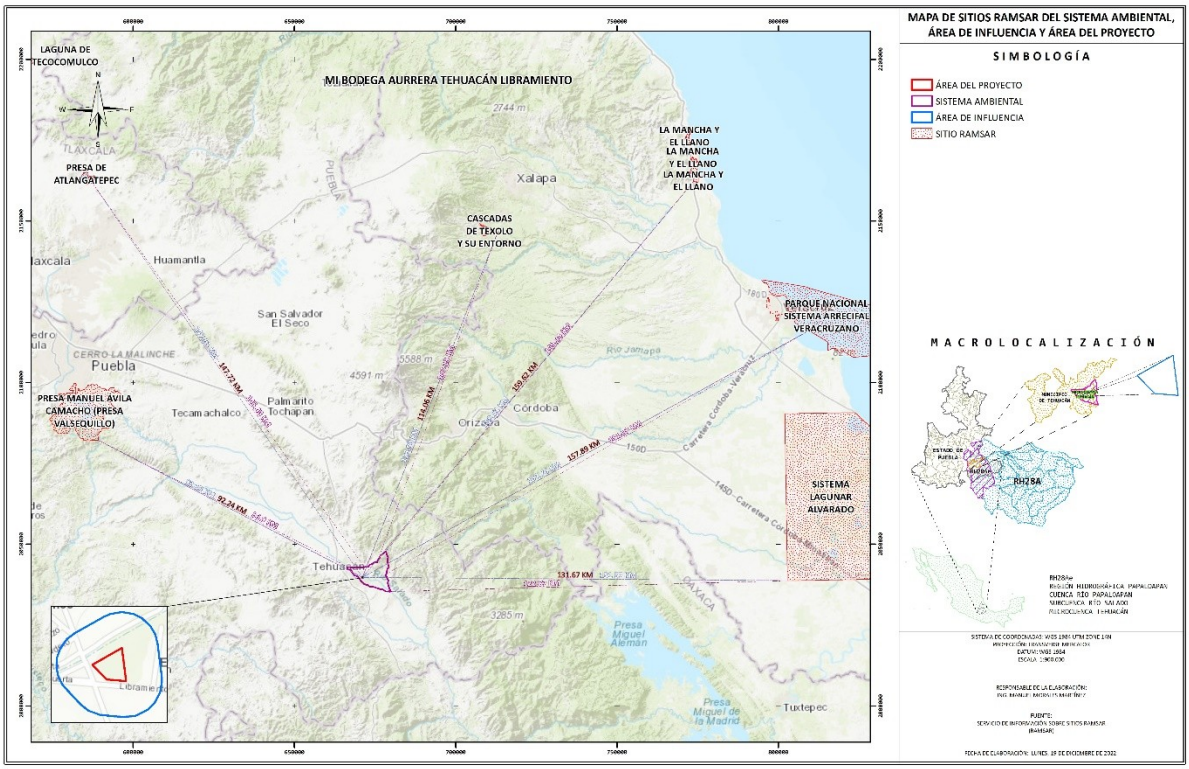


Figura III.6. Ubicación del área del proyecto respecto de los sitios RAMSAR cercanos.

III.16 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.

Para el proyecto se puede decir que mediante al estatus de las especies enlistadas por la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies

Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre, en sus siglas CITES; no se registra ninguna especie ya se de flora o fauna

III.17 UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN).

Fundada en 1964, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas.

La Lista Roja de UICN es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del mundo. No se trata solamente de una lista de especies y su estado, sino de una poderosa herramienta para informar y catalizar las acciones en pro de la conservación de biodiversidad y cambios de políticas, los cuales son claves para proteger los recursos naturales que necesitamos para sobrevivir. Brinda información sobre distribución, tamaño poblacional, hábitat y ecología, uso y/o tráfico, amenazas, y acciones de conservación que ayudarán a informar decisiones de conservación necesarias.

Respecto a la fauna silvestre, se encontró que ninguna de las especies tiene categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se aplicarán las medidas de protección necesarias.

III.18 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”[1].

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, ni siquiera en el SA y AI, por lo que se considera que no existe ninguna afectación a dicho corredor biológico.

1 CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2021. Corredores biológicos. Obtenido de: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html.

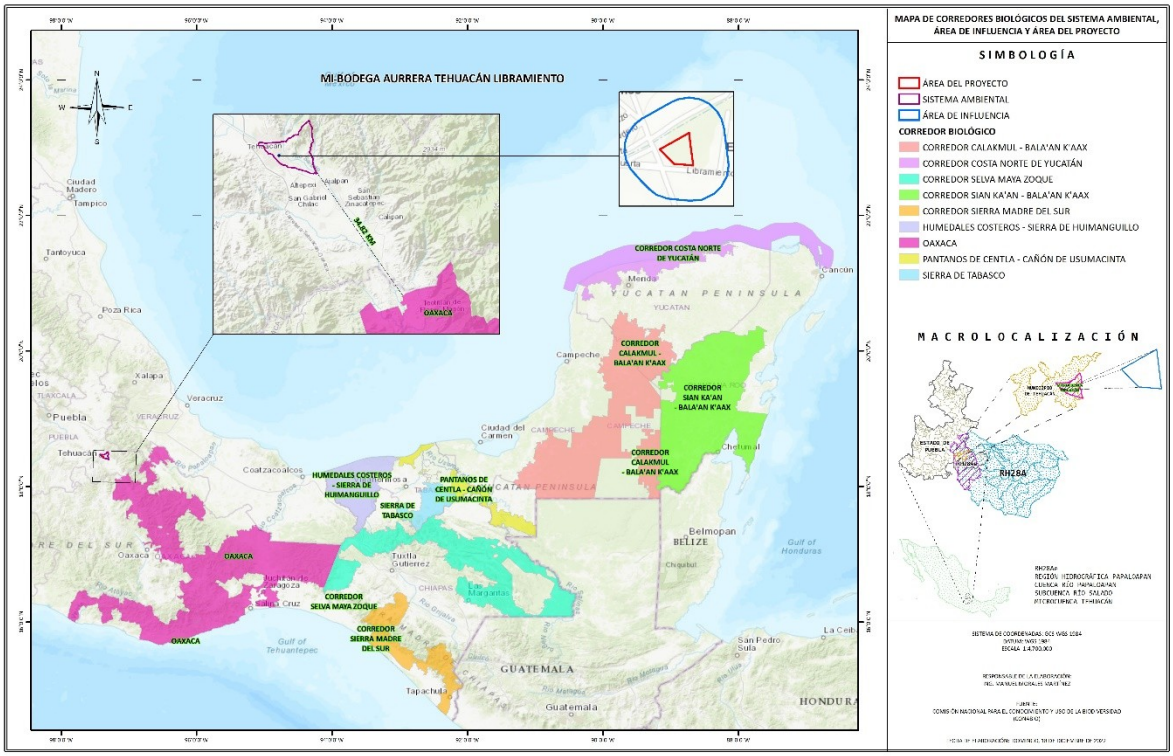


Figura III.7. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al Área del proyecto.

III.19 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.19.1 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.

Tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias principalmente para promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las diversas acciones antropogénicas, tomando en cuenta programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF) para 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 herramienta 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 Tehuacán, en el estado de Puebla y se encuentra

establecido en la **Unidad Ambiental Biofísica 61** denominada **"**Sierras del sur de Puebla**"**, **Región ecológica 18.9.**

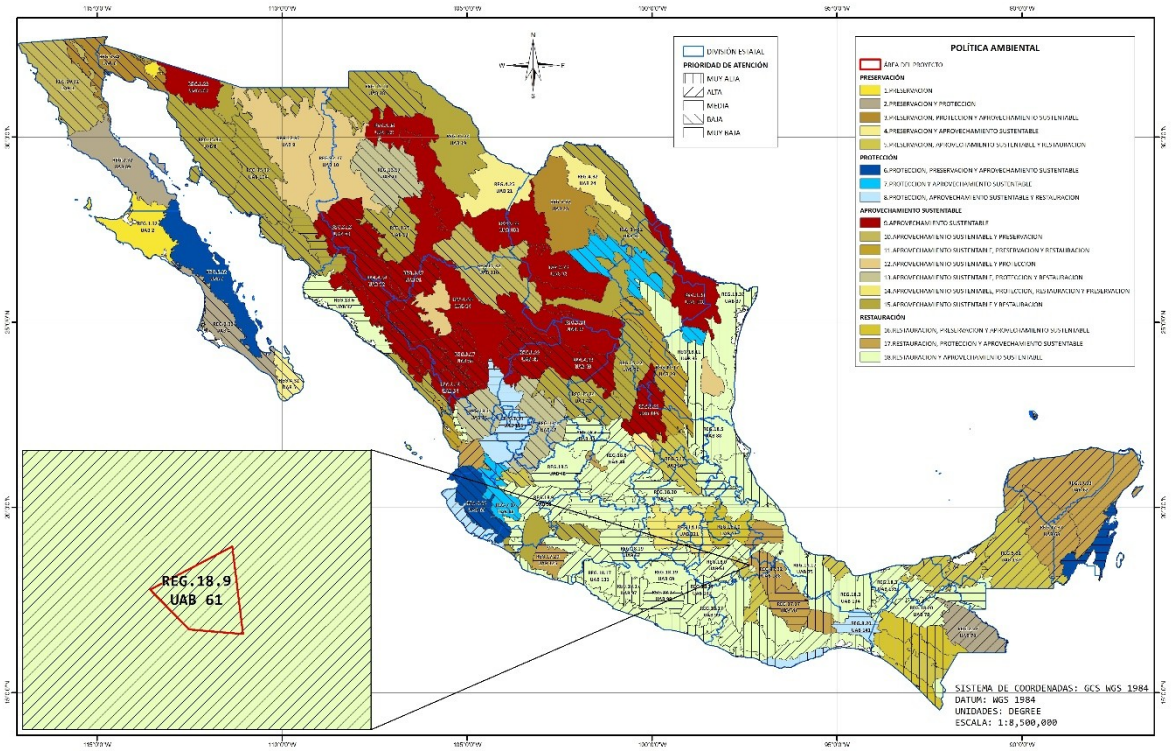


Figura III.8. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.19 definida por el POEGT (regional).

UAB 69 "Sierras y Valles Guerrerenses"

Cuadro III.10. Descripción de la Unidad Ambiental 69

CLAVE REGIÓN	18.9
UAB	61
NOMBRE DE LA UAB	" Sierras del sur de Puebla"
RECTORES DEL DESARROLLO	Social
COADYUVANTES DEL DESARROLLO	Forestal.
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	Agricultura-ganadería-minería
OTROS SECTORES DE INTERÉS	SCT
POLÍTICA AMBIENTAL	Restauración y Aprovechamiento, Sustentable.
NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	Alta
ESTRATEGIAS	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: 61. Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 34.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud.

Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media 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 a continuación:

UAB 69 "Sierras y Valles Guerrerenses"

Cuadro III.11. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 69).

UAB 61 "Sierras del sur de Puebla"			
Características del grupo	**No.**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.			
B) Aprovechamiento sustentable.	4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto busca tener el aprovechamiento de los recursos naturales de una forma racional y sustentable tratando de conservar la biodiversidad. Se utilizará parte del aprovechamiento en la reforestación propuesta.
	5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica
	6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica
	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Para la realización del proyecto será necesaria la remoción de las especies que se encuentren dentro del área elegida. Dicha remoción no implicará la afectación de las especies a los alrededores.
	8	Valoración de los Servicios Ambientales.	El proyecto fomentará la protección de los ecosistemas y compensación de los impactos negativos a través de medidas de prevención y mitigación.
C) Protección de los recursos naturales	12	Protección de los ecosistemas.	Al realizar el cambio de uso de suelo se considerarán medidas y obras que controlen, mitiguen, prevengan y compensen el daño al ecosistema.
	13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Al ejecutar la reubicación de ejemplares rescatados se aplicarán biofertilizantes para asegurar la sobrevivencia de los individuos. No obstante, no se utilizarán agroquímicos ni alguna otra sustancia química para eliminar individuos durante la preparación del sitio.
D) Restauración.	14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se implementará un programa de reforestación en las áreas verdes del proyecto.

UAB 61 "Sierras del sur de Puebla"			
Características del grupo	**No.**	**Estrategia**	**Vinculación con el proyecto**
		Descripción	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15	Aplicación de los productos al Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No aplica
	15 bis	Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica
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	El proyecto se vincula directamente con esta estrategia, ya que con la construcción de la tienda de conveniencia, generará empleos e impulsará el desarrollo de la zona.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25	Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No aplica
	26	Promover la reducción de la vulnerabilidad física	No aplica
C) Agua y saneamiento	27	Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región	No aplica
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 aplica
	31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto se vincula directamente con esta estrategia, ya que con la construcción de la tienda de autoservicios, generará empleos e impulsará el desarrollo de la zona.
	32	Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Se gestionará el uso de suelo ante el municipio de Tehuacán, estado de Puebla.
E) Desarrollo Social	35	Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No aplica
	36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica
	37	Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica
	38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica

UAB 61 "Sierras del sur de Puebla"			
Características del grupo	**No.**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
	39	Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica
	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.	No aplica
	41	Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad	No aplica
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.	Acuerdo de adquisición y/o renta de tierras que garantice la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en campo y facilitar el desarrollo de las actividades.
B) Planeación del ordenamiento territorial	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 presente proyecto respetara en todo momento si es que los hubiera, los ordenamientos que rigen la zona a nivel estatal y municipal.

Considerando las estrategias plasmadas en la unidad ambiental biofísica 69, se realiza a continuación la vinculación con el proyecto.

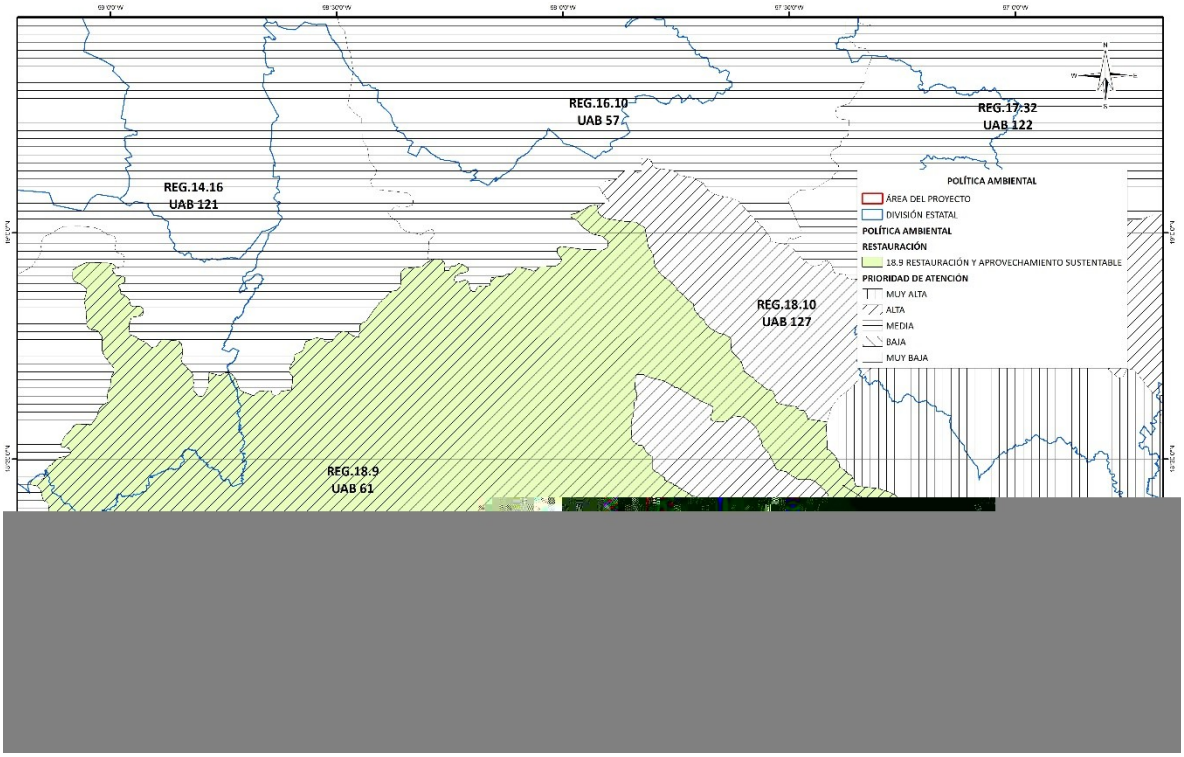


Figura III.9. Ubicación del área del área del proyecto en las UAB 69 definida en el POEGT

III.19.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA

En el estado de Puebla tanto como en la zona en donde se desarrollará el cambio de uso suelo no existe algún programa de ordenamiento ecológico de acuerdo a la página de ordenamientos ecológicos expedidos. Tal y como se muestra en la imagen siguiente.

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)
puebla				
Puebla	Municipio de Cuetzalan del Progreso	P.O. 03/dic/2010	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuetzalan del Progreso	
Puebla	Volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla	P.O. 28/Ene/2005	Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatépetl y su Zona de Influencia en el Estado de Puebla: (El decreto completo consta de 567 páginas)	

Imagen III. 1. Captura del Portal oficial SEMARNAT, en la sección de ordenamientos ecológicos expedidos. Fuente: https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html

III.19.3 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

En cumplimiento a las disposiciones contenidas en los artículos 26°, inciso A, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y 5o y 20 de la Ley de Planeación, el Ejecutivo Federal elaboró el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 a través de un amplio procedimiento de participación y consulta popular.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 es el documento en el que el Gobierno de México articula los objetivos y estrategias para atender los problemas prioritarios e impulsar el desarrollo nacional.

Objetivo general: Trasformar la vida pública del país para lograr un desarrollo incluyente.

Tal transformación requiere la articulación de políticas públicas integrales que se complementen y fortalezcan, y que en su conjunto construyan soluciones de fondo que atiendan la raíz de los problemas que enfrenta el país. El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas:

- Eje general 1: Justicia y Estado de derecho.
- Eje general 2: Bienestar.
- Eje general 3: Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

- Eje transversal 1: Igualdad de género, no discriminación e inclusión.
- Eje transversal 2: Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública.
- Eje transversal 3: Territorio y desarrollo sostenible.

Cuadro III.12. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.

Eje general	Objetivo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
Bienestar: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	**2.5.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	**2.5.1** Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.	Recordando que para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la remoción de individuos de flora exclusivamente en el área propuesta, cuidando la no afectación a áreas aledañas. Con el fin de conservar la biodiversidad existente en el área, se realizará el rescate y reubicación de especies de flora y de fauna silvestre y reforestación en las áreas verdes.
		2.5.2 Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.	
		2.5.3 Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.	

III.19.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE PUEBLA

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo, y una justa distribución del ingreso y la riqueza, que permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos y grupos sociales, el estado de Puebla y sus municipios, a través del Plan Estatal de Desarrollo, velara por la estabilidad de las finanzas para generar mejores condiciones para el desarrollo económico, social, político y cultural de la entidad.

El Plan Estatal de Desarrollo es presentado y aprobado dentro de los 120 días del actual periodo Constitucional, en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla. Se trata de un documento responsable que tiene un diagnóstico profundo de las necesidades del Estado, el cual está enriquecido con la iniciativa de la población y que, a su vez, lo hace plural e incluyente, mediante la intervención en los Foros de Participación Ciudadana que para tal efecto se implementaron en las 32 regiones de la entidad: 1) Xicotepec, 2) Huauchinango, 3) Zacatlán, 4) Huehuetla, 5) Zacapoaxtla, 6) Teziutlán, 7) Chignahuapan, 8) Libres, 9) Quimixtlán, 10) Acatzingo, 11) Ciudad Serdán, 12) Tecamachalco, 13) Tehucán, 14) Sierra Norte, 15) Izúcar de Matamoros, 16) Chiautla, 17) Acatlán, 18) Tepexi de Rodríguez, 19) Atlixco, 20) San Martín Texmelucan, 21-31) Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla y 32) Tepeaca. Los Foros de Participación Ciudadana y la consulta realizada a todos los sectores de la población, recogieron sus aspiraciones y demandas con el único objetivo de priorizar el mejoramiento de las condiciones de vida de todas y todos, a través de acciones claras, plasmadas en los objetivos proyectados en este importante ejercicio de planeación. En su elaboración, también se dio cumplimiento al mandato constitucional en beneficio de la ciudadanía, al otorgar mayores instrumentos de inclusión y participación en la vida política de nuestro Estado. Este es un Plan emitido en estricto cumplimiento a todos los ordenamientos jurídicos aplicables, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla; así como las diversas leyes en materia de presupuesto, contabilidad gubernamental y financiera.

Su vigencia no excederá del periodo constitucional que corresponde; no obstante, contiene consideraciones y proyecciones de mayor plazo, que abren la posibilidad a que el siguiente Gobierno, pueda continuar con las líneas de acción que se proponen, o bien, las replanteen para modificarlas o adicionar lo conducente.

Su contenido, es plural e incluyente y en estricto apego a la ley, estructurado por cuatro ejes, cada uno con un objetivo y planteamiento general; así como, estrategias puntuales.

Eje 1. Seguridad Pública, Justicia y Estado de Derecho.

Eje 2. Recuperación del Campo Poblano.

Eje 3. Desarrollo Económico para Todos y Todas.

Eje 4. Disminución de las Desigualdades.

Eje especial. Gobierno Democrático, Innovador y Transparente.

Asimismo, contiene cuatro Enfoques Transversales:

1. Infraestructura
2. Igualdad Sustantiva
3. Pueblos Originarios
4. Cuidado Ambiental y Cambio Climático

Cuadro III.13. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo.

Eje general	Programa	Estrategia	Vinculación con el proyecto
4. Desarrollo Económico para Todas y Todos	Cuidado Ambiental y Cambio Climático **Objetivo:** Busca asegurar que el desarrollo del estado recaiga en un ambiente sostenible en donde se encuentre un equilibrio en la interacción entre la sociedad y el medio natural, propiciando la conservación de espacios y la resiliencia del estado.	**Cuidado Ambiental y Cambio Climático:** Impulsar esquemas ambientalmente sostenibles en las actividades económicas para reducir el impacto al cambio climático: 1. Promover el uso de estándares y normas oficiales mexicanas para el aprovechamiento sostenible y la seguridad hídrica. 2. Establecer criterios de control, prevención y mejores prácticas en los procesos para reducir los contaminantes al medio ambiente. 3. Promover el uso de tecnologías limpias e innovadoras para eficientar el desarrollo económico y la transición energética. 4. Fomentar prácticas sostenibles, de prevención de riesgos y adaptación al cambio climático en las actividades económicas. 5. Proteger los ecosistemas para el desarrollo sostenible con identidad. **6.** Desarrollar mecanismos de planeación territorial que propicien el desarrollo económico sostenible.	Durante la implementación del proyecto se generarán: **Residuos Sólidos Urbanos**, para su manejo se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección de basura de los centros de población cercanos y ser reciclados y/o reutilizados. **Residuos de Manejo Especial**, el mantenimiento de la maquinaria equipos se realizarán fuera del área de proyecto y área de influencia. Para ello será necesario el generar una clasificación y áreas de confinamiento temporal para su disposición final por medio de una empresa certificada. **Aguas Residuales**: Durante el proyecto se pretende colocar baños portátiles para evitar más contaminación al cuerpo de agua en comento. Respecto a la **fauna**, dada la presencia de fauna silvestre se pretende llevar a cabo el ahuyentamiento y rescate de los ejemplares que se puedan encontrar. Durante el desarrollo del proyecto se implementará mano de obra de la región.

III.19.5 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano Social Sustentable (PEDUSS) corresponde a la instrumentación administrativa del eje estratégico de desarrollo regional que el Plan Estatal de desarrollo 1999-2005 contempla en su instrumentación impulsar el desarrollo de Puebla.

El PEDUSS más reciente y publicado es validado el 12 de enero del 2018, el cual plantea las condiciones necesarias para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural de los centros de población, en un marco deseable de integración regional equilibrado, mediante la planeación del Desarrollo Urbano Sustentable, el ordenamiento territorial, el impulso al desarrollo económico y la disminución de las desigualdades sociales. Como resultado del análisis las de zonas homogéneas, se identificaron 22 Subsistemas Urbanos Sustentables, agrupados en 9 Sistemas Urbanos Ambientales Sustentables, que para efectos del desarrollo urbano serán el territorio que permitirá la determinación de la nueva estructura territorial a partir de centros de población estratégicos y centros de población de apoyo mismos que, articularan a los 217 municipios del Estado.

El presente proyecto ubicado en el municipio de Tehuacán, en el estado de Puebla, se encuentra en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable (SUAS) 8. Tehuacán.

Sistema Urbano Ambiental Sustentable Tehuacán

Formado por los 38 municipios de Altepexi, Caltepec, Chapulco, Nicolás Bravo, San Antonio Cañada, San Gabriel Chilac, San José Miahuatlán, Santiago Miahuatlán, Tehuacán, Tepanco de López, Vicente Guerrero, Zapotitlán y Zinacatepec, Acatzingo, Atoyatempan, Cuapiaxtla de Madero, General Felipe Ángeles, Huitziltepec, Mixtla, Palmar de Bravo, Quecholac, Los Reyes de Juárez, San Salvador

Huixcolotla, Santo Tomás Hueyotlipan, Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tepeaca, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Tlacotepec de Benito Juárez, Tlanepantla, Tochtepec, Xochitlán Todos Santos y Yehualtepec, Ajalpan, Coxcatlán, Coyomeapan, Eloxochitlán, San Sebastián Tlacotepec, y Zoquitlán. Agrupados dan lugar a tres Subsistemas Urbano Sustentable Ajalpan, Tacamachalco y Tehuacán. El SUAS Tehuacán ocupa el 18.38% del territorio estatal con una superficie de 6,304 Km2.

De Tepeaca a Tehuacán se conforma un corredor de Desarrollo Urbano donde están los principales centros de población del SUAS, es ahí donde también se concentran la mayoría de las actividades económicas del SUAS. La infraestructura carretera es en general, de un adecuado nivel de servicio en casi todo el SUAS, faltando solo algunas poblaciones dispersas de ser integradas por carreteras pavimentadas. La carretera federal No. 150 PueblaTehuacán es una de las más importantes del Estado, ya que a su largo se concentra gran actividad económica. La tendencia de crecimiento poblacional tradicionalmente era de media a alta, sin embargo, en la última década ésta ha disminuido su ritmo de crecimiento por los efectos de la migración; sin embargo, es la más alta del Estado, con 2.07%.

El SUAS cuenta con amplias superficies con vocación natural de matorral o vegetación arbustiva de presencia relevante en la zona de protección natural de la Biosfera Cuicatlán-Coxcatlán, que predominan sobre las de uso agrícola de temporal. Sobre la cuenca del Canal de Valsequillo, en el Distrito de Riego No. 30, se tiene una vocación natural de aprovechamiento agrícola; sin embargo, debido a la contaminación del acuífero, se deberán implantar programas orientados a la conservación y al uso más eficiente del recurso agua, acompañadas con acciones de reducción gradual de extracciones de agua subterránea, con saneamiento de aguas residuales, para que una vez tratadas puedan utilizarse para riego agrícola, lo anterior se logrará como parte de las acciones emprendidas para el Rescate del Lago de Valsequillo. En zonas de la Sierra Negra, la vocación natural del suelo es de bosques y selvas arbustivas; siendo necesario el restablecimiento de las zonas y así, aminorar el deterioro causado por la deforestación, agricultura nómada y pastoreo

PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO DE LA REGIÓN 13 TEHUACÁN 2019-2024 (ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN).

El Programa Regional de Desarrollo Tehuacán, parte de la adecuación y actualización de los contenidos del Plan Estatal de Desarrollo, así como sus Programas Regionales de Desarrollo. El Gobierno del Estado de Puebla contribuye al establecimiento de bases para armonizar los instrumentos de planeación y perfeccionar los mecanismos de coordinación con las instancias de gobierno federal y municipal a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos de desarrollo y superar las desigualdades entre regiones.

La vinculación a las políticas estatales para el desarrollo regional tiene sustento en el análisis de diversos aspectos de la región Sur-Sureste del país donde se encuentra ubicada la Región Mixteca y que impactan a las acciones propuestas para impulsar su competitividad a nivel nacional.

Cuadro III.14. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo de la Mixteca

Eje general	Objetivo	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Seguridad pública, justicia y estado de derecho en la Región de Tehuacán	Mejorar las condiciones de seguridad pública, gobernabilidad, legalidad, justicia y cereza	**Estrategia transversal de cuidado del ambiente y atención al cambio climático:** Implementar mecanismos coordinados donde se procure el acceso a un ambiente sano para el presente y las poblaciones futuras. **Líneas de acción**	Tehuacán es uno de los municipios con mayor crecimiento y una de las principales ciudades de Puebla, por lo que la expansión urbana es inevitable, en razón de esto se hace más susceptible a la carencia de empleo, recursos y servicios

	jurídica en la región Tehuacán	**1**. Establecer estrategias de contingencia ambiental, correctivas y preventivas para la protección de la población. **2**. Promover la participación social respecto al cuidado y preservación del medio ambiente. **3**. Regular los asentamientos humanos a través de instrumentos de ordenamiento territorial en la región	es por ello que uno de los principales objetivos del proyecto es generar empleo, fomentando el trabajo en la región y satisfacer una necesidad básica de los ciudadanos. Durante la implementación del proyecto se generarán: **Residuos Sólidos Urbanos**, para su manejo se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección de basura de los centros de población cercanos y ser reciclados y/o reutilizados. **Residuos de Manejo Especial**, el mantenimiento de la maquinaria equipos se realizarán fuera del área de proyecto y área de influencia. Para ello será necesario el generar una clasificación y áreas de confinamiento temporal para su disposición final por medio de una empresa certificada. **Aguas Residuales**: Durante el proyecto se pretende colocar baños portátiles para evitar más contaminación al cuerpo de agua en comento. Respecto a la **fauna**, dada la presencia de fauna silvestre se pretende llevar a cabo el ahuyentamiento y rescate de los ejemplares que se puedan encontrar. Durante el desarrollo del proyecto se implementará mano de obra de la región.
Desarrollo económico de las región de Tehuacán para todas y todos	Impulsar el desarrollo económico sostenible en la región de Tehuacán	**Estrategia transversal de cuidado del ambiente y atención al cambio climático:** Impulsar esquemas ambientalmente sostenibles en las actividades económicas para reducir el impacto al cambio climático. **<u>Líneas de acción:</u>** 1. Promover el uso y aprovechamiento sostenible de recursos y la seguridad hídrica. 2. Establecer criterios de control, prevención y mejores prácticas en los procesos para reducir los contaminantes al medio ambiente. 3. Promover el uso de tecnologías limpias e innovadoras para eficientar el desarrollo económico y la transición energética. 4. Fomentar prácticas sostenibles, de prevención de riesgos y adaptación al cambio climático en las actividades económicas. 5. Proteger los ecosistemas para el desarrollo sostenible con identidad. 6. Desarrollar mecanismos de planeación territorial que propicien el desarrollo económico sostenible.	

III.19.6 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE TEHUACÁN (2019-2024).

Con el Plan de Desarrollo Municipal de Tehuacán (2019-2024); (Gobierno de Tehuacán, 2022) se busca dar solución a los principales problemas detectados en el diagnóstico municipal que se compone de tres visiones: institucional, ciudadano y estadístico, que despende una visión integral sobre las necesidades del municipio y la visión estratégica de las y los que integran el H. Ayuntamiento. Los objetivos, estrategias y líneas de acción están orientados a mejorar la calidad de vida e incrementar el crecimiento económico de todos los sectores estratégicos. Por tanto, el presente Plan permite sentar las bases para resolver los asuntos sociales, económicos, ambientales y culturales, teniendo un impacto en las generaciones futuras.

El diagnóstico ciudadano se realizó a través de cinco Foros de Consulta Ciudadana, tres webinar, tres mesas de trabajo especializadas y la recepción de necesidades y propuestas a través de tres buzones instalados en distintos puntos de la ciudad, así como la entrega en físico en oficinas gubernamentales o digital a través de cuentas oficiales; y la recolección de necesidades durante el proceso de campaña. Esto permitió la conjunción de voces de todas las edades y de todos los sectores que se verán plasmados en los 5 ejes estratégicos que conforman el Plan:

- ✓ Eje 1. Crecimiento Económico

- ✓ Eje 2. Seguridad y Prevención del Delito
- ✓ Eje 3. Medio Ambiente y Recursos Naturales
- ✓ Eje 4. Bienestar Social
- ✓ Eje 5. Gobierno Innovador

Estos cinco ejes propuestos tienen una visión de ejecución en el corto y mediano plazo aplicando políticas a uno, dos o tres años. Cada uno de estos ejes tendrá tres vertientes transversales que integran todas las acciones de gobierno:

- ✓ 1A Equidad de género
- ✓ 1B Combate a la corrupción
- ✓ 1C Agenda 2030

Cuadro III.15. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024

Eje general	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Crecimiento económico	Fomentar la actividad económica dentro del municipio a través de la mejora	Durante la implementación del proyecto se generarán: **Residuos Sólidos Urbanos**, los cuales para su manejo se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección de basura de los centros de población cercanos y ser reciclados y reutilizados. **Residuos de Manejo Especial**, para ellos será necesario el generar una clasificación y áreas de confinamiento temporal para su disposición final por medio de una empresa certificada, y apegándose a las normas oficiales aplicables. **Aguas residuales**: durante el proyecto se presenten colocar baños portátiles para evitar más contaminación al cuerpo de agua en comento. El proyecto generará empleo temporal, durante su desarrollo y posterior a su construcción, propiciando el desarrollo económico a pequeña escala.
Medio Ambiente y Recursos Naturaleza	Cuidado ambiental y atención al cambio climático	

III.20 BIBLIOGRAFÍA.

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma Última Reforma DOF 11-04-2022. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Última Reforma DOF 31-10-2014. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma Última Reforma DOF 28-04-2022. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf
4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última Reforma Nuevo Reglamento DOF 09-12-2020. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf
5. Ley General de Vida Silvestre. Última Reforma DOF 20-05-2021. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf
6. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre Última Reforma DOF 09-05-2014. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Última Reforma DOF 18-01-2021. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
8. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Última Reforma DOF 31-10-2014. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
9. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma DOF de 18-11-2022. Fuente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf
10. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (por sus siglas en inglés CITES); 2022. CITES. Fuente: https://cites.org/esp/disc/what.php
11. IUCN. 2022. The IUCN red list of threatened species. ISSN-2307-8235. Fuente: https://www.iucnredlist.org
12. SEMARNAT. 2022. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG). Fuente: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg
13. SEGOB. 2022. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. DOF 12-07-2019. Fuente: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0
14. Gobierno de Puebla. 2019. Programas Regionales: Desarrollo Regional Estratégico. Región 13-Tehuacán 2019-2024. Fuente: https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2013%20Tehuac%C3%A1n.pdf
15. Gobierno de Tehuacán. 2021. Plan Municipal de Desarrollo. H Ayuntamiento del Municipio de Tehuacán, Puebla, 2021-2024. Fuente: http://transparencia.tehuacan.gob.mx/media/files/Administracion%202021-2024/Tehuac%C3%A1n%20PMD%202021-2024%20Versi%C3%B3n%20Final%2020_01_2022.pdf
16. Gobierno de Puebla. 2022. Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024. Fuente: https://planeader.puebla.gob.mx/pagina/HistoricoPlanesEstatales.html

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 DEL PROYECTO....8

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)....8
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI)....12
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL....13
IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL S.A....13
IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO....15
IV.3.1.1.1 CLIMA....15
IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS....20
IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA....25
IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA....42
IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA....45
IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL....45
IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA....47
IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO....49
IV.3.1.2.1 FLORA....49
IV.3.1.2.2 FAUNA....111
IV.3.1.2.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL)…180
V.1.1. CONCLUSIONES....192
IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO....194
IV.3.1.4 PAISAJE....198
IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL....206
IV.4 BIBLIOGRAFÍA....216

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental....9
Cuadro IV.2. Coordenadas del área de influencia....12
Cuadro IV.3. Características bióticas y abióticas sistema ambiental....14
Cuadro IV.4. Características bióticas y abióticas área de influencia y área del proyecto....15
Cuadro IV.5. Grupos y climas....15
Cuadro IV.6. Climas B (secos)....15
Cuadro IV.7. Datos climáticos de la estación meteorológica 21083 Tehuacán....18
Cuadro IV.8. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA....20
Cuadro IV.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP....20
Cuadro IV.10. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA....21
Cuadro IV.11. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP....21
Cuadro IV.12. Grado de riesgo de granizo dentro del SA....22
Cuadro IV.13. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP....23

Cuadro IV.14. Grado de riesgo por sequía dentro del SA....23
Cuadro IV.15. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP....24
Cuadro IV.16. Información del viento en CENAPRED para el SA....24
Cuadro IV.17. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP....24
Cuadro IV.18. Fisiografía del sistema ambiental....25
Cuadro IV.19. Fisiografía del área de influencia y área del proyecto....25
Cuadro IV.20. Provincias fisiográficas de México....27
Cuadro IV.21. Pendientes en el sistema ambiental....30
Cuadro IV.22. Pendiente en el AI y AP....31
Cuadro IV.23. Fallas y fracturas del SA....31
Cuadro IV.24. Fallas y fracturas del AI y AP....32
Cuadro IV.25. Exposiciones presentes en SA....33
Cuadro IV.26. Exposiciones en el AI....33
Cuadro IV.27. Exposiciones en el AP....33
Cuadro IV.28. Elevaciones cercanas al SA....36
Cuadro IV.29. Elevaciones cercanas al AI....36
Cuadro IV.30. Elevaciones cercanas al AP....36
Cuadro IV.31. Sismicidad del SA....38
Cuadro IV.32. Sismicidad del AI y AP....38
Cuadro IV.33. Riesgos por inundaciones del SA....39
Cuadro IV.34. Riesgos por inundaciones del AI....39
Cuadro IV.35. Riesgos por inundaciones del AP....39
Cuadro IV.36. Volcanes cercanos al sistema ambiental....40
Cuadro IV.37. Volcanes cercanos al AI y AP....41
Cuadro IV.38. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental....44
Cuadro IV.39. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia....44
Cuadro IV.40. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción....45
Cuadro IV.41. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción....45
Cuadro IV.42. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto....49
Cuadro IV.43. Representatividad estadística del muestreo....57
Cuadro IV.44. Unidades muéstrales en toda la población....58
Cuadro IV.45. Intensidad de muestreo....58
Cuadro IV.46. Representatividad estadística del muestreo....58
Cuadro IV.47. Unidades muéstrales en toda la población....59
Cuadro IV.48. Unidades muéstrales en toda la población....59
Cuadro IV.49. Representatividad estadística del muestreo....60
Cuadro IV.50. Unidades muéstrales en toda la población....61
Cuadro IV.51. Intensidad de muestreo....61
Cuadro IV.52. Coordenadas de muestreo Sistema ambiental....61
Cuadro IV.53. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo Área de influencia....62
Cuadro IV.54. Coordenadas de los vértices del AP del polígono censado del estrato arbóreo y epífitas y/o cactáceas. 62
Cuadro IV.55. Muestreo Sistema ambiental....64
Cuadro IV.56. Especies presentes por sitio de muestreo en el Área de influencia....65
Cuadro IV.57. Especies presentes por sitio de muestreo del estrato arbustivo y herbácea....67
Cuadro IV.58. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA....68
Cuadro IV.59. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AI....69
Cuadro IV.60. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP....69
Cuadro IV.61. Distribución de las especies presentes en el SA....70
Cuadro IV.62. Distribución de las especies presentes en el AI....70
Cuadro IV.63. Distribución de las especies presentes en el AP....71
Cuadro IV.64. Riqueza específica de flora en el área del AP....75
Cuadro IV.65. Riqueza específica de flora en el área del AI....76
Cuadro IV.66. Riqueza específica de flora en el área del AP....77
Cuadro IV.67. Individuos por hectárea y totales en el SA....78

Cuadro IV.68. Individuos por hectárea y totales en el AI....79
Cuadro IV.69. Individuos por hectárea y totales en el AP....80
Cuadro IV.70. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson SA....83
Cuadro IV.71. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AI....84
Cuadro IV.72. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AP....86
Cuadro IV.73. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener SA....88
Cuadro IV.74. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener AI....90
Cuadro IV.75. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener AP....92
Cuadro IV.76. Índice de Valor de Importancia SA....96
Cuadro IV.77. Índice de Valor de Importancia AI....98
Cuadro IV.78. Índice de Valor de Importancia AP....100
Cuadro IV.79. Listado potencial de avifauna en el Sistema ambiental....114
Cuadro IV.80. Listado potencial de mastofauna en el Sistema ambiental....116
Cuadro IV.81. Listado potencial de herpetofauna en el Sistema ambiental....117
Cuadro IV.82. Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre....119
Cuadro IV.83Estatus de acuerdo a las categorías de riesgo de la IUCN para la fauna silvestre....119
Cuadro IV.84 Listados de especies de acuerdo a las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre....120
Cuadro IV.85 Categorías referentes a la tendencia poblacional para la fauna silvestre....120
Cuadro IV.86Categorías de endemismo empleadas para la fauna silvestre....120
Cuadro IV.87 Categorías de residencia empleadas para la avifauna silvestre....121
Cuadro IV.88 Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema ambiental....130
Cuadro IV.89 Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental....130
Cuadro IV.90 Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el Sistema ambiental....132
Cuadro IV.91 Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Sistema ambiental....134
Cuadro IV.92 Riqueza específica de la avifauna en el Sistema ambiental....135
Cuadro IV.93. Índice de Margalef de la avifauna registrada....135
Cuadro IV.94 Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el Sistema ambiental....136
Cuadro IV.95. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el SA....136
Cuadro IV.96 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Sistema ambiental....137
Cuadro IV.97. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial....138
Cuadro IV.98 Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Sistema ambiental....139
Cuadro IV.99 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental....140
Cuadro IV.100 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental....141
Cuadro IV.101 Índice de Margalef de la mastofauna registrada....141
Cuadro IV.102 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental....141
Cuadro IV.103 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental....142
Cuadro IV.104.Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Sistema ambiental....142
Cuadro IV.105 Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial....143
Cuadro IV.106 Listado de especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental....144
Cuadro IV.107 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental....145
Cuadro IV.108 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental....146
Cuadro IV.109 Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada....146
Cuadro IV.110 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental....146
Cuadro IV.111 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental....147
Cuadro IV.112 Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental....148
Cuadro IV.113 Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial....148
Cuadro IV.114. Coordenadas geográficas y ubicación de los transectos establecidos en el AI....157
Cuadro IV.115 Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el AI....157
Cuadro IV.116 Coordenadas geográficas y ubicación de puntos de observación en el AP....158

Cuadro IV.117 Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Área de Proyecto.....158
Cuadro IV.118 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AI.....160
Cuadro IV.119 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AI.....161
Cuadro IV.120 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.....162
Cuadro IV.121 Índice de Margalef de la avifauna registrada.....162
Cuadro IV.122 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el AI.....163
Cuadro IV.123 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el AI.....163
Cuadro IV.124 Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AI.....164
Cuadro IV.125 Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial.....165
Cuadro IV.126 Listado de especies de herepetofauna registradas en los transectos establecidos en el AI.....166
Cuadro IV.127 Listado de especies de herpetofauna registradas en el AI. SC (Sin categoría); Pr (Sujeta a protección especial); A (Amenazada; P (Peligro de extinción); EN (Endémico).....167
Cuadro IV.128 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AP.....168
Cuadro IV.129 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AP.....169
Cuadro IV.130 Riqueza específica de la avifauna registrada en el AP.....170
Cuadro IV.131 Índice de Margalef de la avifauna registrada.....170
Cuadro IV.132 Cálculo Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el AP.....171
Cuadro IV.133 Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el AP.....171
Cuadro IV.134 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el AP.....172
Cuadro IV.135 Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.....173
Cuadro IV.136 Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el AP.....174
Cuadro IV.137 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el AP.....175
Cuadro IV.138 Riqueza específica de mastofauna en el AP.....176
Cuadro IV.139 Índice de Margalef de la mastofauna registrada.....176
Cuadro IV.140 Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el AP.....176
Cuadro IV.141 Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el AP.....177
Cuadro IV.142 Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AP.....177
Cuadro IV.143 Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial.....178
Cuadro IV.144 Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el AP.....179
Cuadro IV.145 Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....180
Cuadro IV.146 Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES.....183
Cuadro IV.147 Comparativo del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis.....183
Cuadro IV.148 Comparativo del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis.....186
Cuadro IV.149 Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.....189
Cuadro IV.150. Población para el 2020 fuente INEGI.....194
Cuadro IV.151. Situación de pobreza para el 2020 fuente INEGI.....196
Cuadro IV.152. Carencias sociales a nivel municipal y estatal INEGI 2020.....196
Cuadro IV.153. Factor de visibilidad y valor de los criterios.....201
Cuadro IV.154. Criterios de categorización del paisaje.....202
Cuadro IV.155. Criterios de valoración.....202
Cuadro IV.156. Calidad intrínseca del paisaje.....205
Cuadro IV.157. Factor de visibilidad.....205
Cuadro IV.158. Índice de calidad del paisaje.....206
Cuadro IV.159. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire.....206
Cuadro IV.160. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo.....206
Cuadro IV.161. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua.....207
Cuadro IV.162. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna.....207
Cuadro IV.163. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica.....208
Cuadro IV.164. Categorización de la calidad ambiental obtenida.....208
Cuadro IV.165. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo.....208
Cuadro IV.166. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua.....210
Cuadro IV.167. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire.....211
Cuadro IV.168. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna.....212
Cuadro IV.169. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico.....214

Cuadro IV.170. Resumen del índice de calidad ambiental....215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Determinación del sistema ambiental....8
Figura IV.2. Área de influencia del proyecto....13
Figura IV.3. Poligonos de Thiessen del SA, AI, AP....17
Figura IV.4. Estaciones que influyen en el SA, AI, AP....18
Figura IV.5. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21083 Tehuacán....19
Figura IV.6. Clima del SA, AI, AP....19
Figura IV.7. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA, AI, AP....21
Figura IV.8. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA, AI, AP....22
Figura IV.9. Grado de riesgo de granizo dentro del SA, AI, AP....23
Figura IV.10. Grado de riesgo por sequía en el SA, AI, AP....24
Figura IV.11. Mapa de vientos presentes en SA, AI, AP....25
Figura IV.12. Mapa de topoformas del SA, AI, AP....26
Figura IV.13. Provincias fisiográficas de la República Mexicana....27
Figura IV.14. Provincia en el SA, AI AP....29
Figura IV.15. Subprovincia fisiográfica del SA, AI, AP....30
Figura IV.16. Pendientes en el SA, AI, AP....31
Figura IV.17. Fallas y Fracturas del SA, AI, AP....32
Figura IV.18. Exposiciones del SA, AI, AP....34
Figura IV.19. Características geológicas del SA, AI, AP....35
Figura IV.20. Elevaciones en el SA, AI, AP....37
Figura IV.21. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA, AI, AP....38
Figura IV.22. Sismicidad del SA, AI, AP....39
Figura IV.23. Riesgo por inundación dentro del SA, AI, AP....40
Figura IV.24. Volcanes activo cercanos al SA, AI, AP....41
Figura IV.25. Tipo de suelo en el SA, AI, AP....43
Figura IV.26. Hidrología superficial del SA, AI y AP....46
Figura IV.27. Hidrología subterránea del SA, AI y AP....48
Figura IV.28. Uso de suelo en el SA, AI, AP, de acuerdo a INEGI serie VI....50
Figura IV.29. plano de sitios de muestreo, SA....63
Figura IV.30. plano de sitios de muestreo IA....63
Figura IV.31. plano de sitios de muestreo AP....64
Figura IV.32. Riqueza especifica por estrato....76
Figura IV.33. Riqueza especifica por estrato....77
Figura IV.34. Riqueza especifica por estrato....78
Figura IV.35. AICA'S cercanas en el SA, AI, AP....103
Figura IV.36. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP....104
Figura IV.37. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP....105
Figura IV.38. ADVC cercanas en el SA, AI, AP....106
Figura IV.39. RHP en el SA, AI, AP....107
Figura IV.40. RTP en el SA, AI, AP....108
Figura IV.41. Sitios Ramsar en el SA, AI, AP....109
Figura IV.42. Ecorregiones Marinas en el SA, AI, AP....110
Figura IV.43. Ecorregiones Terrestres en el SA, AI, AP....111
Figura IV.44. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP y al SA....112
Figura IV.45. Plano de Áreas de conservación con respecto al SA, AI y AP....113
Figura IV.46. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP y al SA....114
Figura IV.47. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)....123
Figura IV.48. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)....124
Figura IV.49. Curva de acumulación de especies....127

Figura IV.50. 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).....127
Figura IV.51. Puntos de muestreo de fauna en el Sistema ambiental.....131
Figura IV.52. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de observación en el que fueron registradas en el Sistema ambiental.....135
Figura IV.53. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.....138
Figura IV.54. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema ambiental.....141
Figura IV.55.Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.....143
Figura IV.56. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema ambiental.....146
Figura IV.57. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.....148
Figura IV.58. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).....150
Figura IV.59. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).....151
Figura IV.60. Curva de acumulación de especies.....154
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).....155
Figura IV.62. Sitios de muestreo de fauna en el AI.....158
Figura IV.63. Sitios de muestreo establecidos fauna en la AP.....159
Figura IV.64. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de observación en el que fueron registradas en el AI.....162
Figura IV.65. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.....164
Figura IV.66. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el AP.....170
Figura IV.67. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.....173
Figura IV.68. Distribución de los individuos de herpetofauna en los transectos en el que fueron registrados en el AP. 176
Figura IV.69. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.....178
Figura IV.70. Avistamiento u observaciones de *Aspidoscelis parvisocius*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ 181
Figura IV.71. Distribución potencial permanente de *Phrynosoma orbiculare.* Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.....181
Figura IV.72. Avistamiento u observaciones de *Phrynosoma taurus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.....182
Figura IV.73. Distribución potencial permanente de *Sceloporus grammicus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ 182
Figura IV.74. Distribución del número de individuos de avifauna en las tres unidades de análisis.....184
Figura IV.75. Comparativo de los individuos totales de avifauna en las dos unidades de análisis.....185
Figura IV.76. Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las dos unidades de análisis.....185
Figura IV.77. Comparativo de la diversidad de avifauna en las dos unidades de análisis.....186
Figura IV.78. Distribución del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis.....187
Figura IV.79. Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las dos unidades de análisis.....187
Figura IV.80. Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las dos unidades de análisis.....188
Figura IV.81. Comparativo de la diversidad de mastofauna en las tres unidades de análisis.....188
Figura IV.82. Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.....190
Figura IV.83. Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis.....190
Figura IV.84. Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis.....191
Figura IV.85. Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis.....191
Figura IV.86. Población masculina para el 2020 INEGI.....195
Figura IV.87. Población femenina para el 2020 INEGI.....195
Figura IV.88. Carencias sociales 2010-2020 INEGI.....196

Figura IV.89. Distribución de porcentajes de afiliadas a diversos servicios de salud 2020.....197

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

El sistema ambiental, representa un espacio territorial específico, con condiciones homogéneas relativas en el cual se pueda proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Al tener definido el SA, es factible identificar y evaluar las interacciones e interdependencia que caracterizan la estructura y funcionamiento de uno o más ecosistemas y efectuar previsiones de los efectos de las interacciones entre el ambiente y el proyecto a realizar.

El sistema ambiental puede definirse como: el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, el cual se encuentra formado por uno o un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

La delimitación del sistema ambiental se realizó considerando lo siguiente:

- *Barreras*; referentes a caminos, carreteras, brechas, condiciones de uso de suelo, que establecen un límite de actuación de los impactos generados directamente por el proyecto.

En la siguiente figura se muestra la delimitación del sistema ambiental.

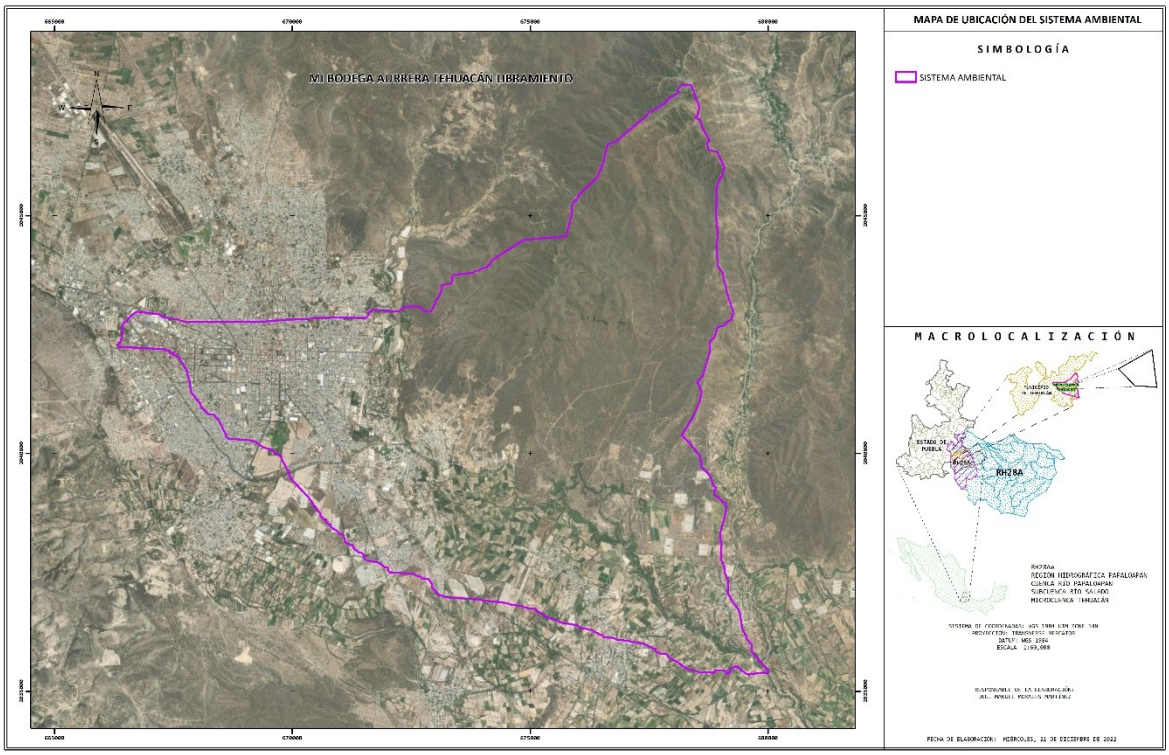


Figura IV.1. Determinación del sistema ambiental.

Del sistema ambiental delimitado, el cual tiene una superficie de 7,561.7672 hectáreas.

Cuadro IV.1. Coordenadas del sistema ambiental.

VÉRTICE	X	Y
1	678192.96	2047750.84
2	678368.46	2047746.75
3	678392.91	2047721.13
4	678416.77	2047670.48
5	678444.35	2047620.62
6	678455.54	2047543.68
7	678462.75	2047494.06
8	678486.62	2047443.41
9	678511.07	2047417.79
10	678534.94	2047367.14
11	678557.63	2047266.41
12	678530.85	2047191.89
13	678529.09	2047116.79
14	678503.47	2047092.34
15	678477.86	2047067.89
16	678466.84	2047057.37
17	678569.71	2047021.88
18	678617.06	2046861.46
19	678772.76	2046578.29
20	678729.48	2046539.79
21	678719.04	2046501.81
22	678722.88	2046488.62
23	678745.03	2046412.6
24	678754.14	2046381.35
25	678927.61	2046344.23
26	678968.54	2046252.1
27	678999.18	2046191.27
28	679027.75	2046127.48
29	679086.09	2046008.9
30	679075.06	2045984.27
31	679064.84	2045938.39
32	679051.21	2045877.24
33	679025.01	2045827.76
34	678998.8	2045778.28
35	678972.6	2045728.79
36	678945.81	2045654.27
37	678913.42	2045604.69
38	678919.67	2045232.29
39	678903.9	2044979.01
40	678927.69	2044878.22
41	678945.12	2044552.2
42	678932.31	2044466.11
43	678915.41	2044352.51
44	678934.59	2044101.59
45	678951.07	2043938.98
46	679007.81	2043852.09
47	679021.76	2043830.73
48	679040.29	2043811.31
49	679052.74	2043798.26
50	679067.57	2043670.12
51	679118.97	2043513.39
52	679147.9	2043336.39
53	679165.5	2043301.72
54	679175.7	2043266.52
55	679191.26	2043219.57
56	679216.17	2043144.43
57	679231.32	2043085.87
58	679237.71	2043068.22
59	679272.63	2042971.79
60	679268.62	2042956.54
61	679229.74	2042808.49
62	679165.95	2042779.92
63	679135.16	2042748.58
64	679102.42	2042719.29
65	679071.63	2042687.95
66	678934.44	2042648.08
67	678879.54	2042441.97
68	678780.3	2042354.12
69	678783.66	2042154.67
70	678725.01	2041954.9
71	678702.75	2041879.06
72	678632.35	2041639.25
73	678515.74	2041493.7
74	678605.31	2041316.13
75	678581.38	2041130.15
76	678574.13	2041109.75
77	678561.92	2041080.23
78	678439.03	2040783.17
79	678188.1	2040377.28
80	678362.47	2040207.9
81	678574.71	2039944.47
82	678600.42	2039715.45
83	678775.76	2039545.05
84	678811.19	2039475.09
85	678838.3	2039349.23
86	678898.05	2039290.73
87	678898.65	2039252.43
88	678894.09	2039243.13
89	678869.99	2039194
90	678868.82	2039143.93

VÉRTICE	X	Y
91	678893.26	2039118.31
92	678942.74	2039092.11
93	678967.19	2039066.49
94	678991.64	2039040.88
95	679016.08	2039015.26
96	679040.53	2038989.64
97	679064.98	2038964.03
98	679115.04	2038962.85
99	679124.25	2038826.21
100	679068.52	2038569.44
101	679003.11	2038342.56
102	678996.6	2038235.51
103	679026.8	2038070.51
104	679010.39	2037797.4
105	679052.68	2037672.6
106	679057.5	2037660.35
107	679077.02	2037610.76
108	679101.89	2037463.57
109	679110.58	2037454.46
110	679120.78	2037431.01
111	679170.46	2037316.8
112	679153.29	2037053.73
113	679218.33	2036954.32
114	679239.11	2036906.25
115	679244.7	2036893.31
116	679385.71	2036711.69
117	679423.99	2036549.5
118	679468.85	2036282.98
119	679539.45	2036175.14
120	679567.22	2036077.31
121	679656.36	2035991.08
122	679656.8	2035923.95
123	679651.73	2035835.91
124	680009.0	2035427.7
125	680024.93	2035409.59
126	680008.09	2035385.57
127	679907.97	2035387.91
128	679732.17	2035366.98
129	679581.4	2035345.47
130	679531.92	2035371.67
131	679507.48	2035397.29
132	679458	2035423.49
133	679433.55	2035449.11
134	679409.11	2035474.72
135	679384.67	2035500.34
136	679360.22	2035525.96
137	679334.6	2035501.51
138	679310.16	2035527.13
139	679284.54	2035502.68
140	679233.9	2035478.82
141	679208.28	2035454.38
142	679207.11	2035404.32
143	679181.49	2035379.87
144	679155.87	2035355.43
145	679131.43	2035381.04
146	679106.98	2035406.66
147	679082.54	2035432.28
148	678882.29	2035436.96
149	678881.12	2035386.9
150	678580.76	2035393.93
151	678481.22	2035421.3
152	678381.68	2035448.67
153	678282.15	2035476.05
154	678257.7	2035501.66
155	678208.23	2035527.86
156	678183.78	2035553.48
157	678134.3	2035579.68
158	678109.8	2035605.3
159	678060.38	2035631.5
160	678010.91	2035657.7
161	677986.46	2035683.32
162	677911.96	2035710.1
163	677863.65	2035786.36
164	677738.5	2035789.29
165	677663.99	2035816.08
166	677639.54	2035841.69
167	677640.72	2035891.75
168	677590.65	2035892.92
169	677541.18	2035919.13
170	677491.7	2035945.33
171	677442.23	2035971.53
172	677392.75	2035997.73
173	677193.09	2036027.44
174	677068.52	2036055.39
175	676818.8	2036086.27
176	676769.32	2036112.47
177	676544.63	2036142.77
178	676520.19	2036168.38
179	676445.68	2036195.17
180	676421.23	2036220.78
181	676346.73	2036247.57
182	676322.28	2036273.18
183	676247.77	2036299.97
184	676048.11	2036329.68
185	676023.67	2036355.29
186	675999.22	2036380.91
187	675849.62	2036409.44
188	675649.96	2036439.15
189	675625.51	2036464.77
190	675551.01	2036491.55
191	675476.5	2036518.33

VÉRTICE	X	Y
192	675351.93	2036546.29
193	675327.48	2036571.9
194	675303.04	2036597.52
195	675253.56	2036623.72
196	675204.08	2036649.91
197	675154.6	2036676.11
198	675130.16	2036701.73
199	675105.71	2036727.34
200	674881.02	2036757.63
201	674831.54	2036783.83
202	674606.85	2036814.12
203	674532.34	2036840.9
204	674407.77	2036868.85
205	674057.93	2036902.06
206	673833.24	2036932.34
207	673208.05	2036971.96
208	673183.61	2036997.58
209	673084.07	2037024.94
210	673059.62	2037050.55
211	673035.17	2037076.17
212	673010.73	2037101.78
213	672986.28	2037127.4
214	672961.83	2037153.01
215	672937.38	2037178.63
216	672939.13	2037253.72
217	672914.69	2037279.33
218	672890.82	2037329.98
219	672866.38	2037355.59
220	672741.22	2037358.51
221	672716.78	2037384.12
222	672692.33	2037409.73
223	672592.79	2037437.1
224	672568.34	2037462.71
225	672043.28	2037499.99
226	672018.83	2037525.6
227	672020	2037575.66
228	671995.55	2037601.28
229	671945.49	2037602.44
230	671921.04	2037628.06
231	671896.59	2037653.67
232	671847.12	2037679.87
233	671797.64	2037706.07
234	671648.04	2037734.59
235	671548.5	2037761.96
236	671524.05	2037787.57
237	671499.6	2037813.18
238	671500.77	2037863.24
239	671476.32	2037888.86
240	671451.87	2037914.47
241	671401.81	2037915.64
242	671377.36	2037941.25
243	671327.88	2037967.45
244	671303.43	2037993.06
245	671278.99	2038018.67
246	671280.15	2038068.74
247	671230.09	2038069.9
248	671180.61	2038096.1
249	671131.13	2038122.29
250	671106.68	2038147.91
251	671107.85	2038197.97
252	671083.98	2038248.61
253	671060.12	2038299.26
254	671010.06	2038300.42
255	670985.61	2038326.04
256	670961.16	2038351.65
257	670936.71	2038377.26
258	670887.23	2038403.46
259	670837.75	2038429.66
260	670813.3	2038455.27
261	670814.47	2038505.33
262	670764.41	2038506.5
263	670739.96	2038532.11
264	670715.51	2038557.72
265	670716.68	2038607.78
266	670666.61	2038608.95
267	670642.17	2038634.56
268	670617.72	2038660.18
269	670593.27	2038685.79
270	670594.43	2038735.85
271	670569.99	2038761.46
272	670545.54	2038787.08
273	670521.09	2038812.69
274	670497.22	2038863.34
275	670472.77	2038888.95
276	670448.32	2038914.56
277	670424.46	2038965.21
278	670400.01	2038990.82
279	670375.56	2039016.43
280	670351.69	2039067.08
281	670327.25	2039092.69
282	670302.8	2039118.31
283	670278.35	2039143.92
284	670253.9	2039169.53
285	670229.45	2039195.15
286	670205	2039220.76
287	670180.55	2039246.37
288	670156.1	2039271.99
289	670131.66	2039297.6
290	670107.2	2039323.21

VÉRTICE	X	Y
	1	
291	670082.76	2039348.83
292	670058.31	2039374.44
293	670033.86	2039400.05
294	670009.41	2039425.67
295	669984.96	2039451.28
296	669961.1	2039501.92
297	669936.65	2039527.54
298	669913.94	2039628.24
299	669889.49	2039653.86
300	669865.63	2039704.5
301	669841.76	2039755.15
302	669817.89	2039805.79
303	669793.44	2039831.4
304	669770.74	2039932.11
305	669746.29	2039957.72
306	669721.84	2039983.34
307	669646.75	2039985.08
308	669622.3	2040010.7
309	669597.85	2040036.31
310	669573.4	2040061.92
311	669548.95	2040087.54
312	669399.35	2040116.06
313	669374.9	2040141.67
314	669325.42	2040167.87
315	669300.97	2040193.48
316	669251.48	2040219.68
317	669227.04	2040245.29
318	669102.46	2040273.23
319	668652.48	2040308.73
320	668628.03	2040334.34
321	668603.58	2040359.96
322	668604.74	2040410.02
323	668580.29	2040435.63

VÉRTICE	X	Y
324	668556.42	2040486.28
325	668532.56	2040536.92
326	668508.69	2040587.57
327	668484.82	2040638.21
328	668460.95	2040688.86
329	668436.5	2040714.47
330	668412.05	2040740.08
331	668387.6	2040765.69
332	668363.15	2040791.31
333	668338.7	2040816.92
334	668238.57	2040819.25
335	668214.12	2040844.86
336	668189.67	2040870.47
337	668165.22	2040896.08
338	668140.77	2040921.7
339	668116.32	2040947.31
340	668091.87	2040972.92
341	668067.42	2040998.54
342	668068.59	2041048.6
343	668044.14	2041074.21
344	668019.69	2041099.82
345	667995.24	2041125.44
346	667970.79	2041151.05
347	667946.92	2041201.69
348	667922.47	2041227.31
349	667898.02	2041252.92
350	667873.57	2041278.53
351	667852.02	2041429.3
352	667829.9	2041555.04
353	667806.03	2041605.69
354	667783.9	2041731.43
355	667760.03	2041782.07
356	667735.58	2041807.69
357	667711.7	2041858.33

VÉRTICE	X	Y
	1	
358	667687.26	2041883.94
359	667663.39	2041934.59
360	667638.94	2041960.2
361	667615.07	2042010.85
362	667590.62	2042036.46
363	667566.17	2042062.07
364	667491.08	2042063.81
365	667492.24	2042113.88
366	667417.14	2042115.62
367	667418.3	2042165.69
368	667343.21	2042167.43
369	667318.76	2042193.04
370	666343.1	2042240.72
371	666319.23	2042291.37
372	666369.87	2042315.24
373	666396.65	2042389.75
374	666424	2042489.3
375	666429.23	2042714.59
376	666454.84	2042739.04
377	666480.45	2042763.49
378	666530.51	2042762.33
379	666531.68	2042812.39
380	666557.29	2042836.85
381	666582.9	2042861.3
382	666608.51	2042885.75
383	666634.13	2042910.2
384	666659.74	2042934.65
385	666685.35	2042959.1
386	666761.03	2042982.39
387	666810.51	2042956.2
388	666836.13	2042980.65
389	666935.67	2042953.29
390	667210.44	2042921.87

VÉRTICE	X	Y
391	667234.9	2042896.26
392	667259.35	2042870.65
393	667433.99	2042841.55
394	667608.63	2042812.45
395	667683.15	2042785.67
396	667757.66	2042758.9
397	668509.21	2042766.49
398	669101.1	2042769.03
399	669410.95	2042770.59
400	669611.79	2042790.97
401	669862.69	2042810.19
402	670363.92	2042823.58
403	670414.57	2042847.45
404	671116.06	2042856.18
405	671541.61	2042846.28
406	671567.23	2042870.73
407	671592.84	2042895.18
408	671594.01	2042945.25
409	671619.62	2042969.7
410	671645.24	2042994.15
411	671670.85	2043018.6
412	672220.98	2042980.75
413	672271.63	2043004.62
414	672297.25	2043029.07
415	672322.86	2043053.52
416	672348.48	2043077.97
417	672599.39	2043097.17
418	672698.93	2043069.81
419	672723.38	2043044.19
420	672747.83	2043018.58
421	672772.28	2042992.96
422	672922.48	2042989.47
423	672948.6	2043038.95

VÉRTICE	X	Y
	8	
424	672975.46	2043113.46
425	673001.66	2043162.95
426	673028.44	2043237.46
427	673054.06	2043261.91
428	673079.67	2043286.36
429	673105.87	2043335.84
430	673133.23	2043435.39
431	673134.98	2043510.49
432	673160.6	2043534.94
433	673236.28	2043558.23
434	673311.38	2043556.48
435	673336.99	2043580.93
436	673363.19	2043630.41
437	673365.52	2043730.54
438	673391.14	2043754.99
439	673591.99	2043775.36
440	673792.83	2043795.73
441	673818.45	2043820.18
442	673894.13	2043843.46
443	673944.78	2043867.33
444	673995.43	2043891.2
445	674046.08	2043915.06
446	674096.15	2043913.9
447	674122.35	2043963.38
448	674147.96	2043987.83
449	674173.58	2044012.28
450	674189.91	2044057.49
451	674359.48	2044165.24
452	674392.53	2044186.26
453	674503	2044256.42
454	674867.69	2044488.03
455	675759.18	2044566.18

VÉRTICE	X	Y
456	675794.16	2044734.15
457	675845.9	2044912.32
458	675866.06	2044992.75
459	675879.99	2045224.86
460	675906.19	2045274.35
461	675931.81	2045298.8
462	675957.42	2045323.25
463	675983.04	2045347.7
464	676009.24	2045397.18
465	676009.86	2045423.72
466	676078	2045488.75
467	676180.47	2045586.55
468	676264.5	2045666.75
469	676282.94	2045684.35
470	676385.41	2045782.16
471	676426.66	2045821.52
472	676447.08	2045912.97
473	676472.69	2045937.42
474	676498.9	2045986.9
475	676526.26	2046086.46
476	676553.63	2046186.01
477	676582.17	2046335.63
478	676608.37	2046385.11
479	676609.75	2046444.28
480	676616.12	2046457.28
481	676624.1	2046473.55
482	676630.75	2046487.12
483	676661.36	2046509.12
484	676712.01	2046532.98
485	676812.73	2046555.68
486	676837.04	2046583.85
487	676867.19	2046601.61
488	676874.55	2046609.57
489	676933.4	2046673.31

	5	
490	677219.56	2046912.11
491	677249.37	2046944.48
492	677420.43	2047061.72
493	677503.48	2047186.02
494	677598.29	2047212.87
495	677810.99	2047354.19
496	677863.41	2047411.08
497	677935.99	2047472.51
498	678102.64	2047572.82
499	678115.33	2047633.54
500	678124.17	2047675.85
501	678126.55	2047687.21
502	678141.98	2047701.94
503	678167.6	2047726.39

IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI).

El área de influencia se considera como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto.

Para la delimitación del área de influencia se determinó un buffer de 100 metros a la redonda del proyecto, distancia que se contempla pudiera ser el alcance máximo de los impactos generados por las obras o actividades a realizar, el área de influencia consta de una superficie de 6.599 hectáreas.

La superficie del presente proyecto es de 0.5109 ha, correspondientes a un solo polígono. A partir de este polígono se consideraron los límites máximos de alcance de los impactos que se pudieran generar por la ejecución del proyecto, y con esto poder delimitar el área de influencia. Otro aspecto que se tomó en cuenta para determinar el área de influencia es el uso que se le está dando a la superficie que se encuentra alrededor de la zona del proyecto.

- ✓ ***Uso de suelo***.

Debido a que el polígono del proyecto se encuentra en un macizo forestal, el cual en una parte se encuentran vías de comunicación, se optó por utilizarlo como nuestra área de influencia, ya que en estas áreas no se considera una mayor afectación.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 del área de influencia y su plano correspondiente.

Cuadro IV.2. Coordenadas del área de influencia.

No	X	Y
1	670977.84	2039833.49
2	670986.23	2039858.21
3	671005.21	2039884.69
4	671025.92	2039900.58
5	671026.91	2039901.15
6	671109.34	2039947.49
7	671126.21	2039955.02
8	671158.35	2039960.33
9	671190.49	2039955.02
10	671213.91	2039943.47
11	671237.69	2039921.2
12	671250.74	2039898.59
13	671257.49	2039873.38
14	671257.56	2039872.84
15	671269.19	2039780.66
16	671269.98	2039768.14
17	671264.67	2039736
18	671249.31	2039707.27
19	671230.85	2039688.81
20	671195.86	2039671.55
21	671161.99	2039668.46
22	671135.28	2039670.6
23	671096.17	2039674.38
24	671065.68	2039685.85
25	671043.37	2039703.38
26	671018.32	2039729.61
27	670992.77	2039758.42
28	670981.23	2039781.84
29	670976.13	2039807.44

Figura IV.2. Área de influencia del proyecto.

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL S.A.

En los puntos siguientes se describirá el análisis realizado a los aspectos bióticos, abióticos y sociales del sistema ambiental en su estado original, con el propósito de obtener una línea base que permita evidenciar las condiciones actuales. Cabe mencionar, que el análisis se hace con la superficie total del sistema ambiental, el cual incluye el área de influencia y el área del proyecto, esto con el propósito de que el análisis contemple todos los aspectos.

El sistema ambiental presenta las siguientes características bióticas y abióticas.

Cuadro IV.3. Características bióticas y abióticas sistema ambiental.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE CLIMA	VIENTO	FISIOGRAFÍA	GEOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROGRAFÍA	TIPOS DE VEGETACIÓN
SISTEMA AMBIENTAL	7,561.7672	**BS1kw(w)** **BS1hw(w)** **BS0hw(w)** **BS0(h')w(w)**	Velocidad del viento: **Zona B**, clase moderado, velocidad de 130 a 160 km/hr.	Forma parte de la provincia eje neovolcánico y Sierra Madre Del Sur. subprovincia lagos y volcanes de anáhuac Sierras orientales Sierras centrales de oaxaca	Q(s): cenozoico cuaternario Ki(lu-ar): sedimentario mesozoico K(Igei): ígnea extrusiva mesozoica Ti(lu-ar): sedimentaria cenbozoica Q(tr)sedimentaria cenozoico	I+E+Hh/2: litosol Lk+Lo/2: luvisol Xl+Xh/2: xerosol	RH28 – Papaloapan	Agricultura de riego anual Agricultura de riego anual y semipermanente Agricultura de riego semipermanente Agricultura de temporal anual Bosque de mezquite Matorral desértico rosetófilo Pastizal inducido Selva baja caducifolia Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia Zona urbana

Cuadro IV.4. Características bióticas y abióticas área de influencia y área del proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE CLIMA	VIENTO	FISIOGRAFÍA	GEOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROGRAFÍA	TIPOS DE VEGETACIÓN
ÁREA DE INFLUENCIA	6.599	BS0hw(w	Velocidad del viento: **Zona B**, clase moderado, velocidad de 130 a 160 km/hr.	Forma parte de la provincia Sierra Madre Del Sur. subprovincia Sierras centrales de oaxaca	Q(s): suelo cenozoico cuaternario	Lk+Lo/2: luvisol	RH28 – Papaloapan	Agricultura de temporal anual
ÁREA DEL PROYECTO	0.5109 Correspondiente a superficie forestal							

* Cabe mencionar que en el tipo de vegetación del área del proyecto se tiene Bosque de Mezquite.

IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.3.1.1.1 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.5. 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, AI Y AP, mismo que se presenta a continuación.

Cuadro IV.6. Climas B (secos).

Grupo	Características	Clave	Clave (componentes)	Condiciones temperatura		Regímenes de lluvias.
				Nombre	Temperatura media anual	Régimen de lluvias
B	Climas secos	BS0(h')w(w)	BS0 + (h') + w(w)	Semiseco templado	Temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	de verano
		BS0hw(w)	BS0 + hw(w)	Semiseco cálido	Temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	de verano

Grupo	Características	Clave	Clave (componentes)	Condiciones temperatura		Regímenes de lluvias.
				Nombre	Temperatura media anual	Régimen de lluvias
		BS1hw(w)	BS1 + h + w(w)	Seco semicálido	Temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C.	de verano
		BS1kw(w)	BS1 + k + w(w)	Seco muy calido	Temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C.	de verano

Sistema ambiental

A continuación, se presenta el clima presente en el sistema ambiental.

Calidos secos;

BS1kw(w): semiseco templado

BS1hw(w): semiseco semicálido

BS0hw(w): seco semicálido

BS0(h')w(w): seco muy cálido

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 Servicio Meteorológico Nacional[i], se tomaron en cuenta los datos de precipitación y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas de influencia de la unidad de análisis (SA, AI, AP).

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 si 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”.

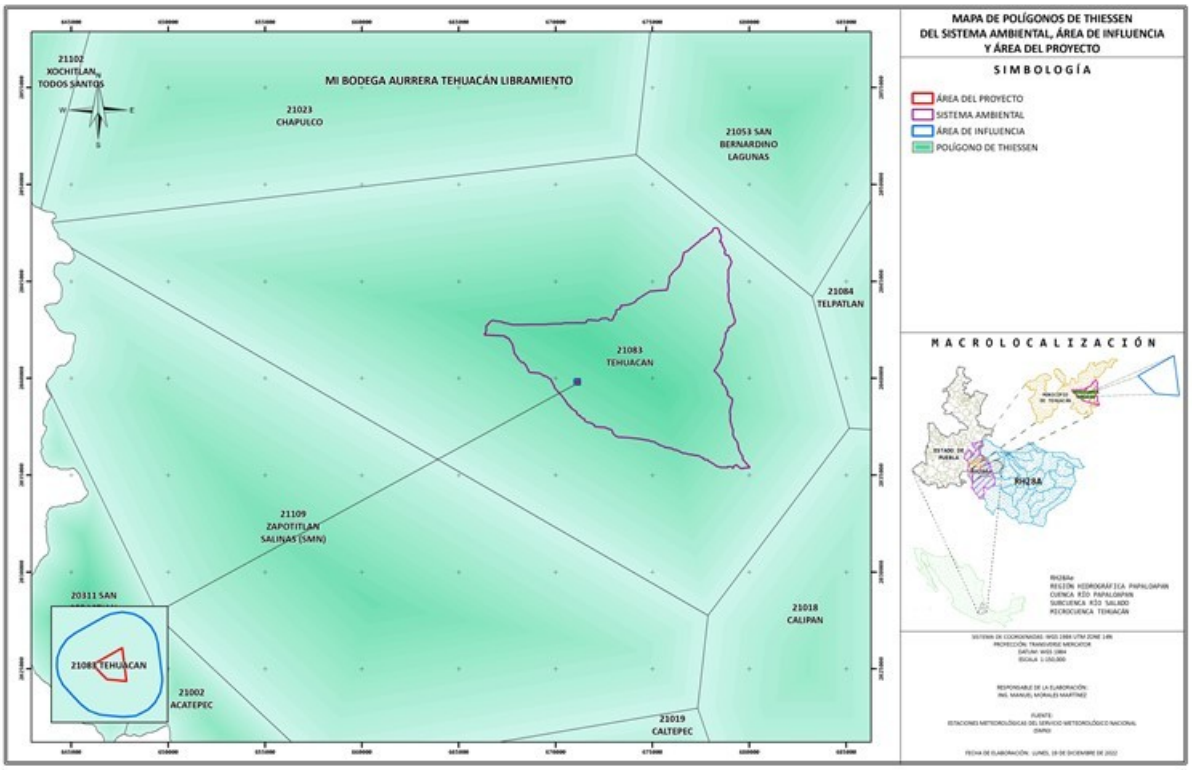


Figura IV.3. Poligonos de Thiessen del SA, AI, AP.

A continuación, se presentan los datos de temperatura y precipitación reportados en la estación climatológica N° 21083 correspondiente a “Tehuacán” ya que es la que influye en el SA, AI y el AP, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, en el cual se puede consultar la información climatológica nacional.

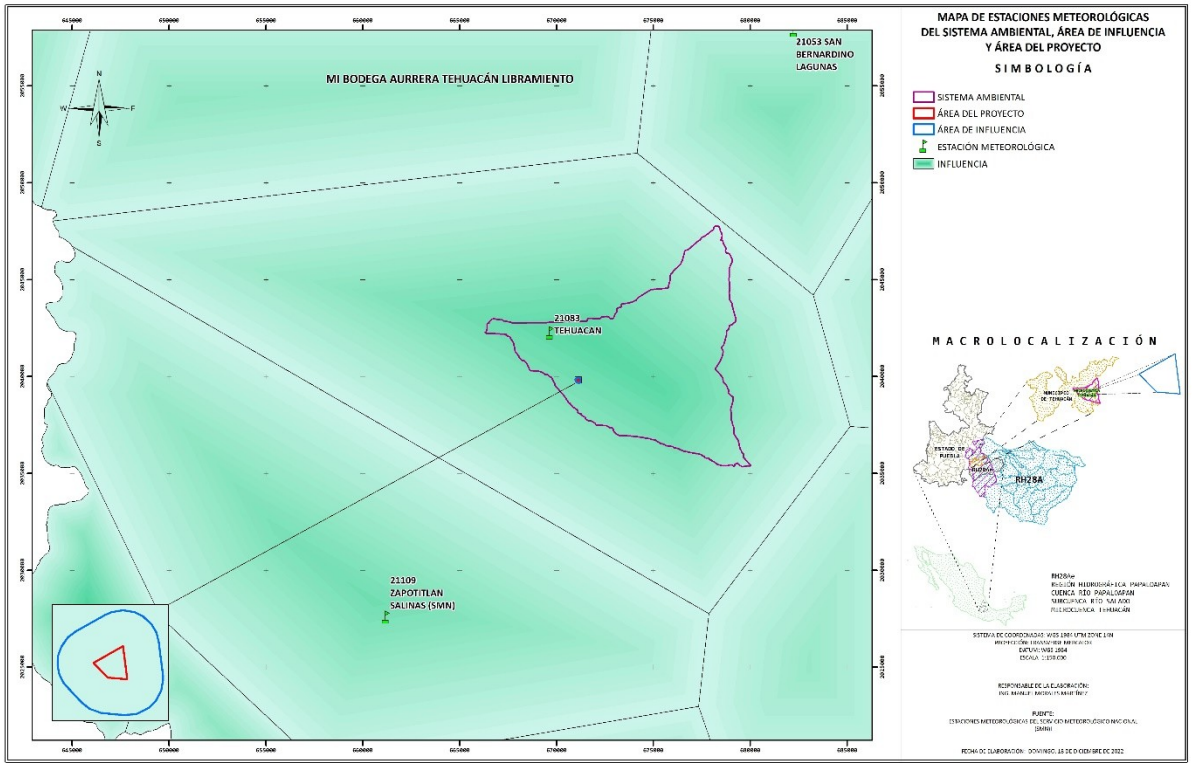


Figura IV.4. Estaciones que influyen en el SA, AI, AP.

Temperatura – Precipitación

En el siguiente cuadro se muestran los datos obtenidos de la estacion meteorológica “Progreso”, que van desde el año 1981 hasta el año 2010, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA 21083 TEHUACÁN

Cuadro IV.7. Datos climáticos de la estación meteorológica 21083 Tehuacán.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	8.2	14.4
Febrero	7.5	15.9
Marzo	7.7	18.2
Abril	20.3	20.6
Mayo	63.6	21.2
Junio	109.2	20.5
Julio	71.6	18.9
Agosto	70.8	19.4
Septiembre	77.4	19.2
Octubre	37	17.7
Noviembre	9.3	16
Diciembre	2.5	15.1
TOTAL /PROMEDIO	**485**	**18.1**

De la información proporcionada por el cuadro anterior se puede determinar que se trata de una temperatura promedio anual de **18.1 °C.** Y la precipitación con **485 mm** anual.

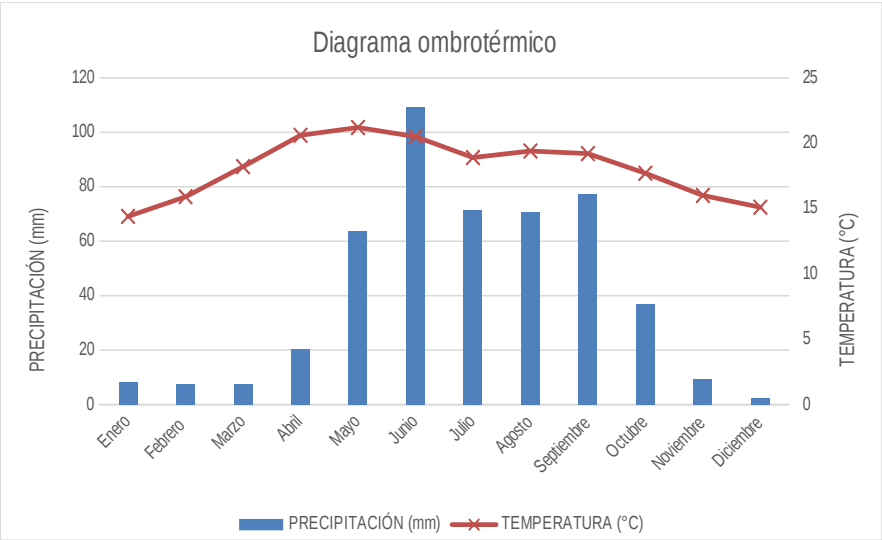


Figura IV.5. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica 21083 Tehuacán.

Área de influencia y área del proyecto

Debido a que el área de influencia y el área del proyecto se encuentran dentro del sistema ambiental, estos corresponden al mismo tipo de clima tal y como se muestra en la figura siguiente.

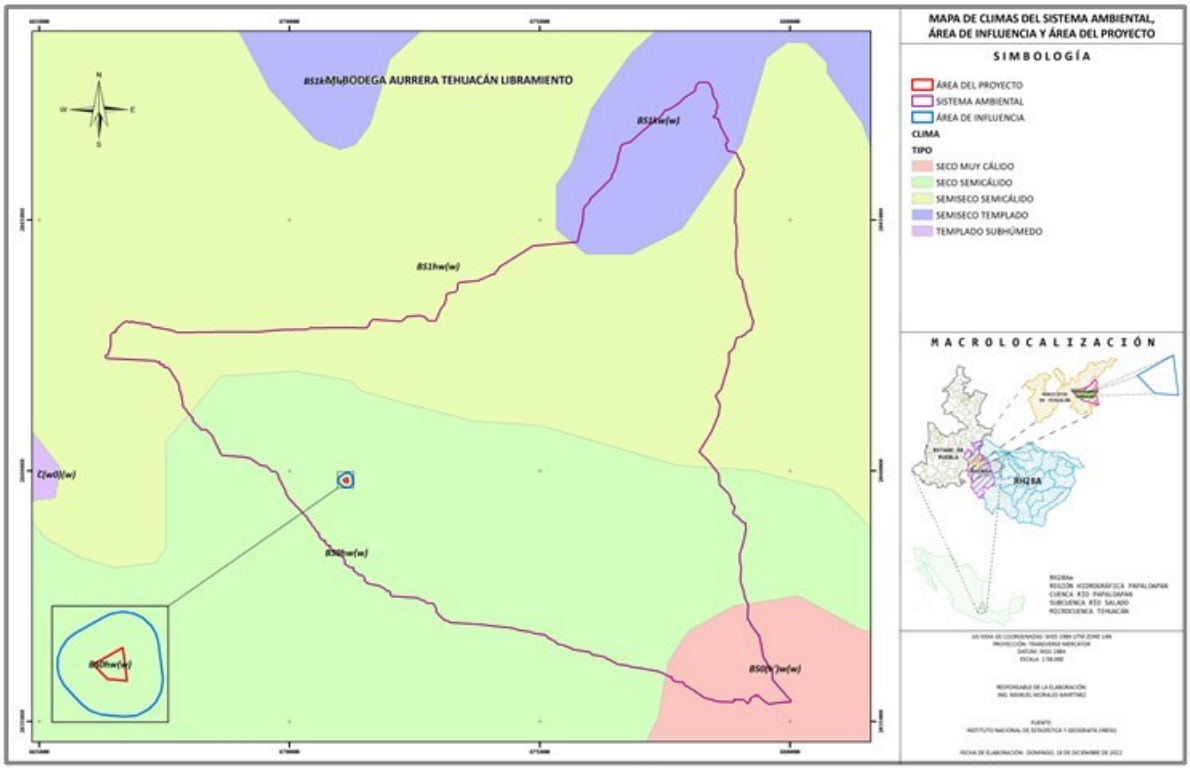


Figura IV.6. Clima del SA, AI, AP.

IV.3.1.1.2 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 perdidas económicas, ambientales y humanas que pueden ocasionar.

En ese sentido y de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos interactivo, aportado por CENAPRED[iii]; el SA, AI y área del proyecto 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 permite un grado muy bajo en presencia de ciclones tropicales esto por sus condiciones climatológicas, a continuación, se muestra el cuadro de grado de riesgo de presentarse un fenómeno de este tipo dentro del SA.

Cuadro IV.8. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Muy bajo	7,561.7672
TOTAL			**7,561.7672**

Área de influencia y área del proyecto

Para el caso del área de influencia y área del proyecto de igual manera el grado de riesgo por ciclones tropicales es muy bajo como se puede observar en el siguiente cuadro y la figura siguiente.

Cuadro IV.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA
Tehuacan	Puebla	Muy bajo	AI	6.599
			AP	0.5109

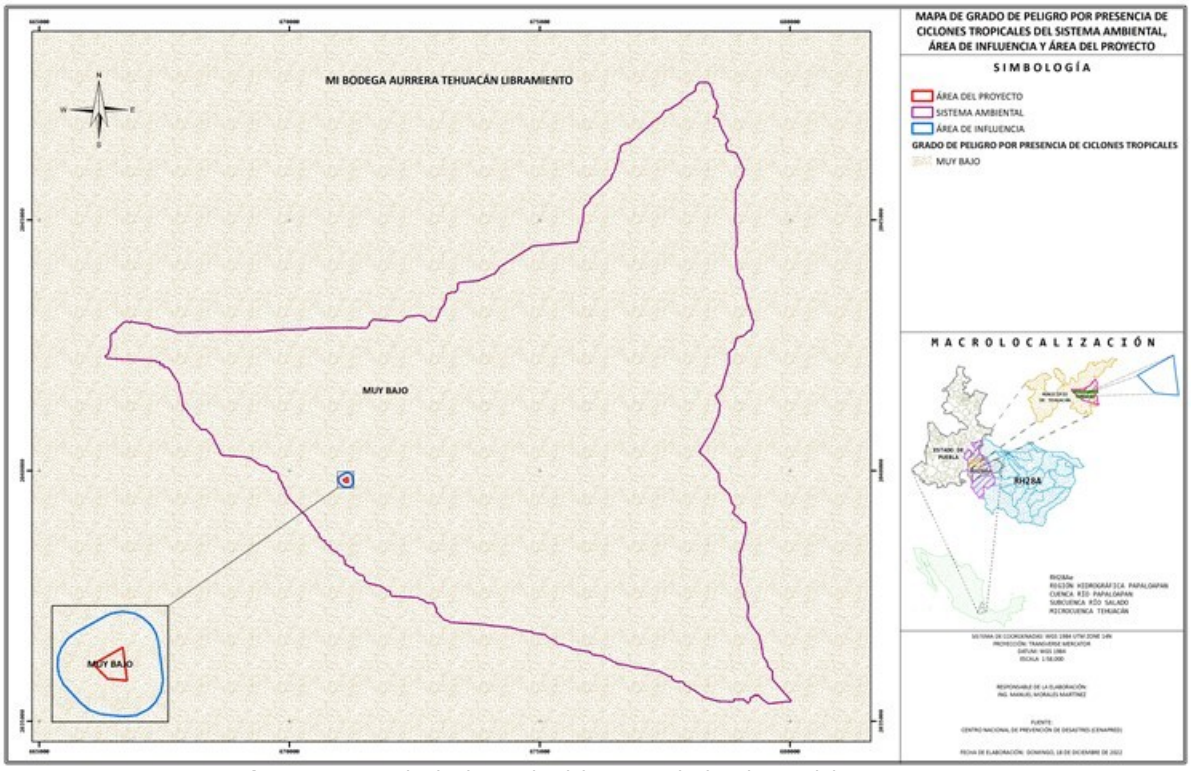


Figura IV.7. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA, AI, AP.

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

El SA presenta un grado alto, medio y bajo en cuanto a la incidencia de tormentas eléctricas como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.10. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
TEHUACÁN	Puebla	Alto	846.931
		Medio	6182.2361
		Muy alto	532.6001
TOTAL			**7,561.7672**

Área de influencia y área del proyecto

En el área de influencia y el área del proyecto el riesgo por tormentas eléctricas es medio como se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro IV.11. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA

Tehuacán	Puebla	Medio	AI	6.599
			AP	0.5109

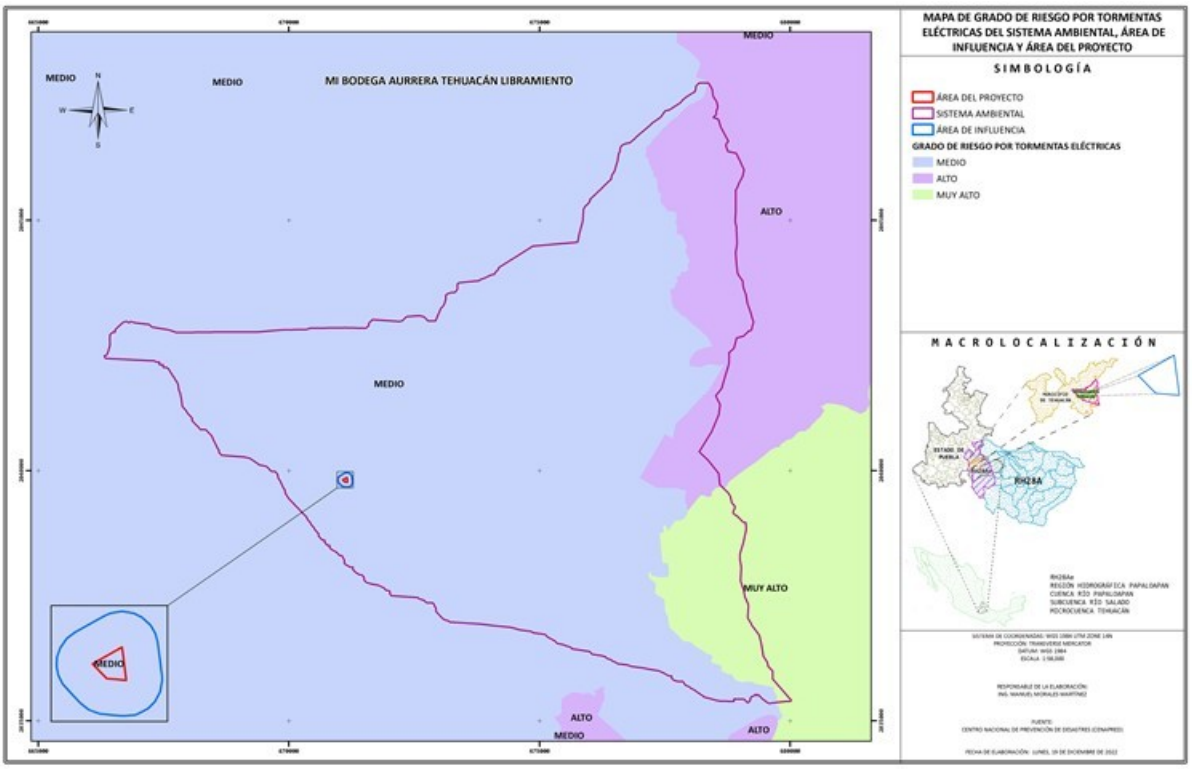


Figura IV.8. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA, AI, AP.

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

Dentro del SA encontramos un grado bajo y medio de riesgo por granizo.

Cuadro IV.12. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Ajalpan	Puebla	Bajo	532.6001
San Antonio Cañada		Bajo	846.931
Tehuacán		Medio	6182.2361
TOTAL			**7,561.7672**

Área de influencia y área del proyecto

En el área de influencia y área del proyecto presentan el riesgo por granizo es medio, como se muestra a continuación.

Cuadro IV.13. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Medio	AI	6.599

			AP	0.5109

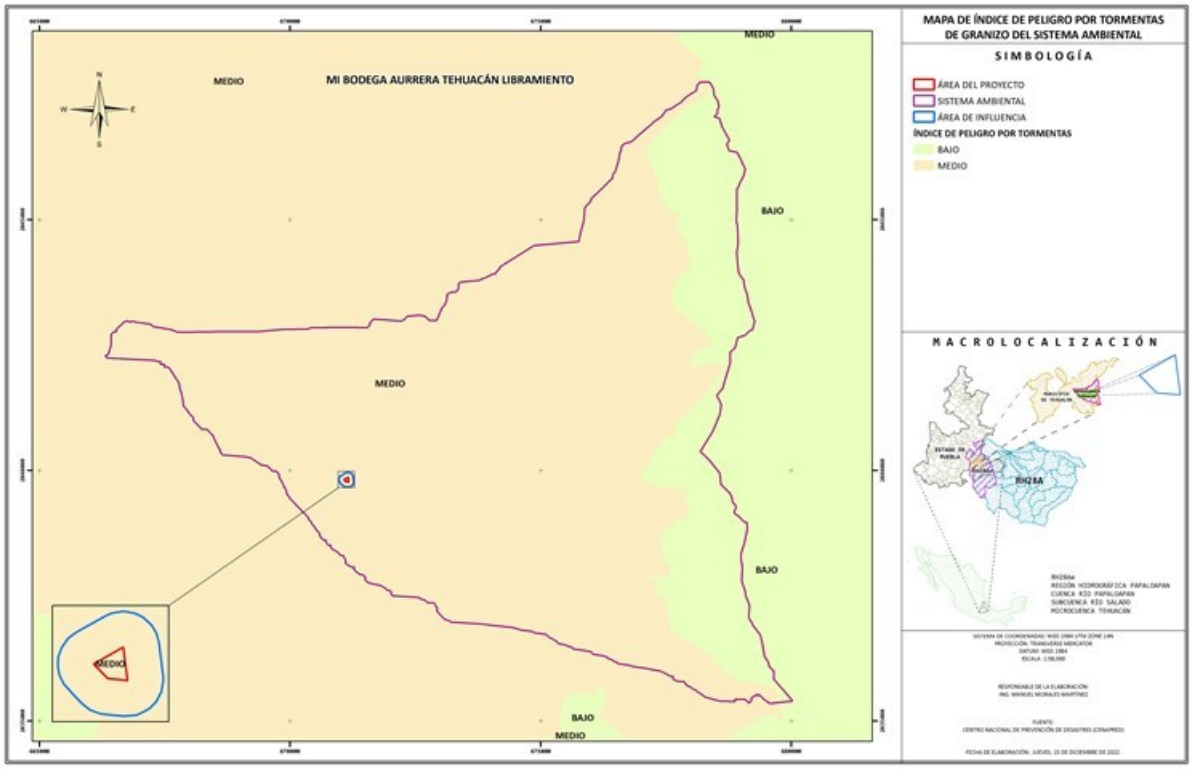


Figura IV.9. Grado de riesgo de granizo dentro del SA, AI, AP.

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 grado de riesgo por sequía que corresponde al SA es medio y alto como se muestra a continuación.

Cuadro IV.14. Grado de riesgo por sequía dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Alto	7029.1671
		Medio	532.6001
TOTAL			**7,561.7672**

Área de influencia y área del proyecto

Para el área de influencia y área del proyecto, el grado de sequía es alto como se muestra a continuación.

Cuadro IV.15. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Tehuacán	Puebla	Alto	AI	6.599

			AP	0.5109

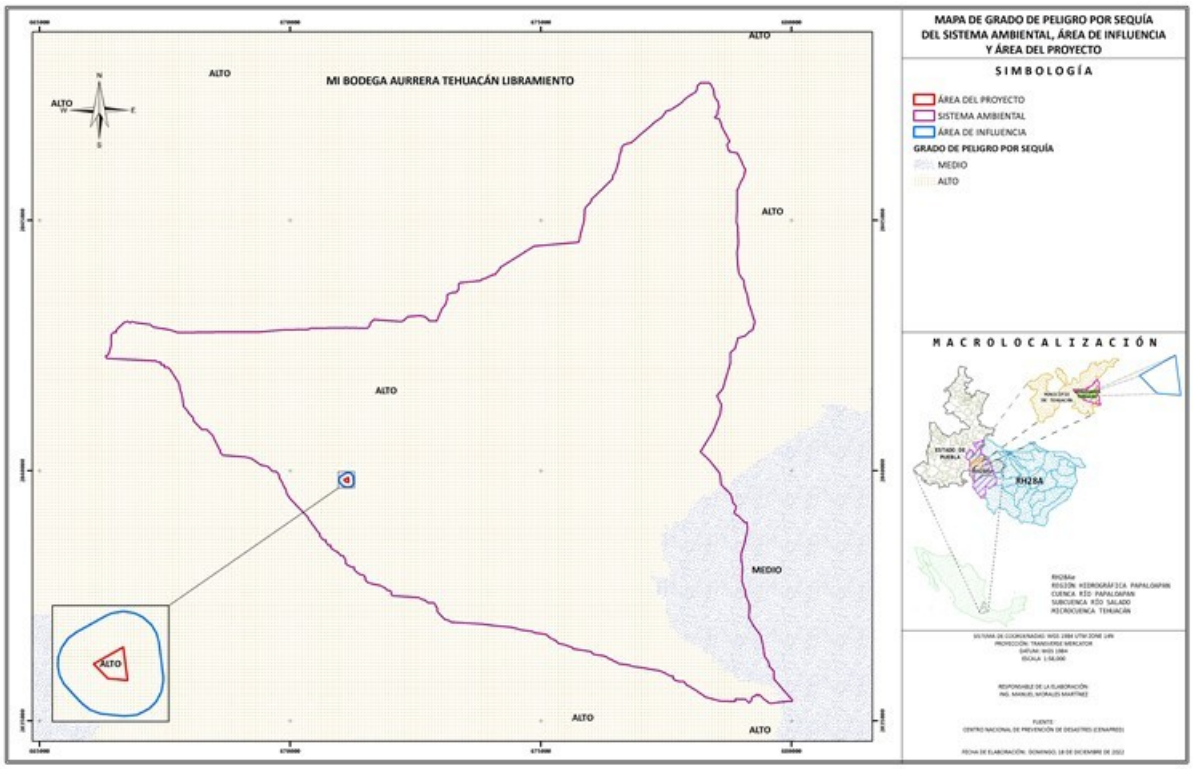


Figura IV.10. Grado de riesgo por sequía en el SA, AI, AP.

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

Para el sistema ambiental la velocidad del viento que se reporta es la siguiente.

Cuadro IV.16. Información del viento en CENAPRED para el SA.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
B	Moderado	130 a 160

Área de influencia.

Para el AI y AP de igual manera la velocidad del viento que se reporta es la siguiente y posteriormente se muestra el mapa.

Cuadro IV.17. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
B	Moderado	130 a 160

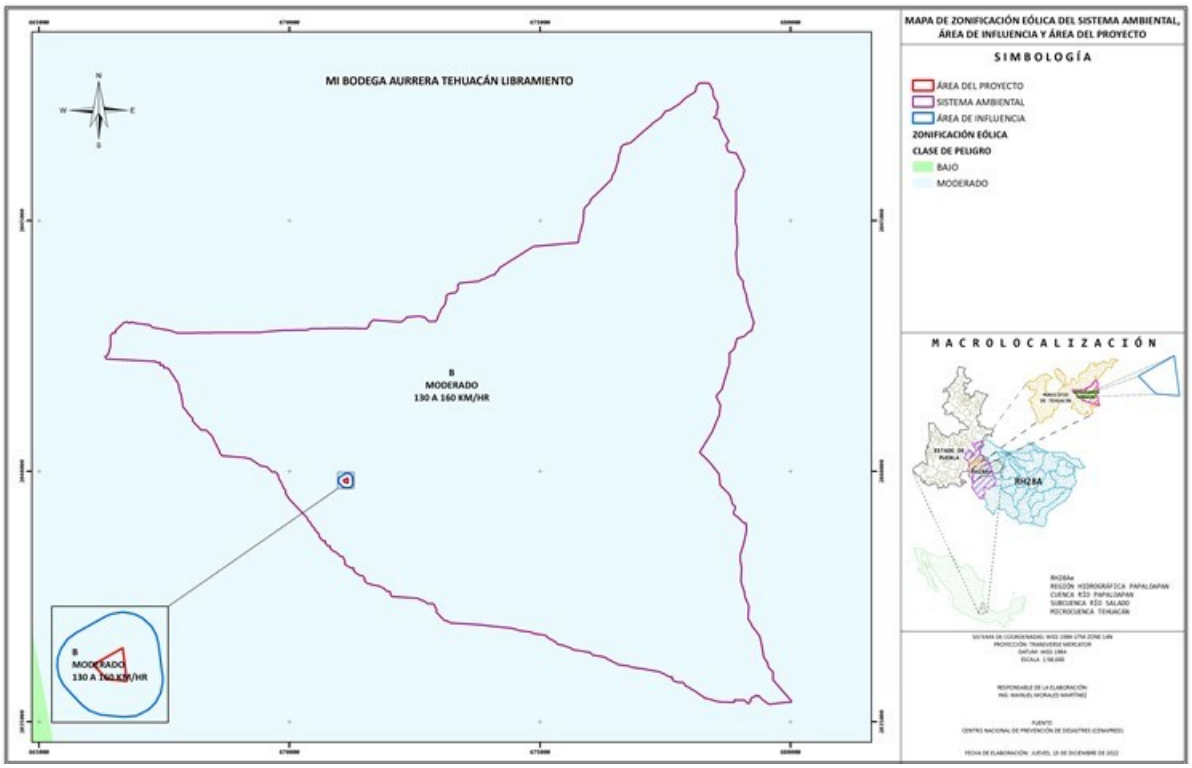


Figura IV.11. Mapa de vientos presentes en SA, AI, AP.

IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental se presentan las siguientes topoformas:

Cuadro IV.18. Fisiografía del sistema ambiental.

CLAVE	ENTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
100-0/02	Sistema de topoformas	Sierra	SIERRA DE CUMBRES TENDIDAS	1573.1472
600-0/02		Valle	VALLE DE LADERAS TENDIDAS	303.1046
600-0/02		Valle	VALLE DE LADERAS TENDIDAS	5685.5154
TOTAL				7,561.7672

Cuadro IV.19. Fisiografía del área de influencia y área del proyecto.

CLAVE	UNIDAD AMBIENTAL	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
100-0/02	AI	Valle	VALLE DE LADERAS TENDIDAS	6.599
100-0/02	AP	Valle	VALLE DE LADERAS TENDIDAS	0.5109

Sierra de cumbres tendidas: es un sistema en el que las laderas del macizo montañoso son tendidas y extensas en al menos uno de sus lados.

V**alle de laderas tendidas:** se encuentran suelos regosoles, suelos poco desarrollados, con **características** predominantes a la roca que les da origen, suelos pegajosos por el alto contenido de

carbonatos y materiales de textura fina.

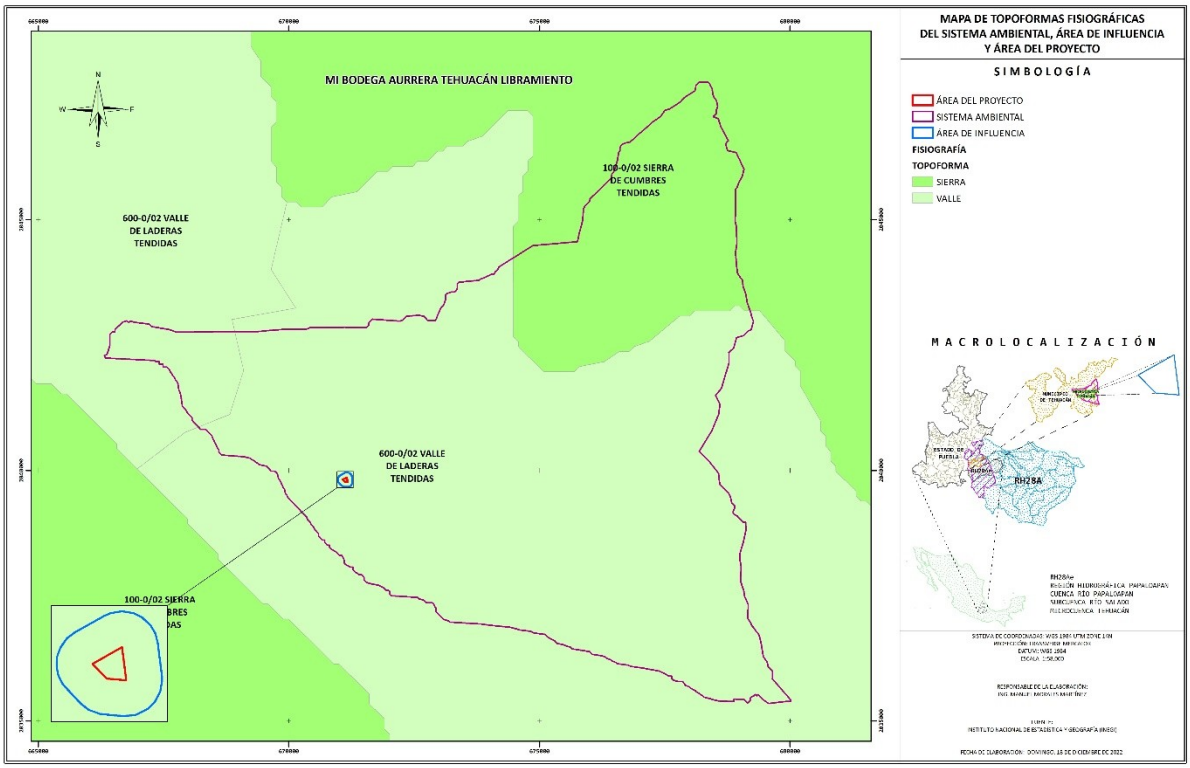


Figura IV.12. Mapa de topoformas del SA, AI, AP.

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.13. Provincias fisiográficas de la República Mexicana.

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

Cuadro IV.20. 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

A continuación, se describe la provincia fisiográfica de:

Sistema ambiental.

- **PROVINCIA**

El SA se encuentra dentro de las provincias Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Del Sur.

Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico

Es una provincia que se encuentra ubicada en el centro del territorio mexicano; Se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Inicia en la Costa Occidental en la desembocadura del río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continua hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19° latitud Norte, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud.

Políticamente abarca territorios de los estados de Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Delimitación: Está delimitada al Norte, por las provincias (Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro, y Llanura Costera del Golfo Norte); al Oeste, por el Océano Pacífico y la provincia de Sierra Madre del Sur; Al Sur, por las provincias de (Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo Sur); y por el Este, por el Golfo de México.

Características Fisiográficas: La **Sierra Volcánica Transversal** es la provincia más alta del país, así como una de las de mayor variación de relieve y de tipos de rocas. Se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de la era Cenozoica. En esta provincia se encuentran los grandes volcanes de México, como el Pico de Orizaba (5,610 msnm), Popocatépetl (5,465 msnm), Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Nevado de Toluca (4,680 msnm), Nevado de Colima (4,240 msnm) y volcán de Colima o de Fuego (3,838 msnm).

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del mal llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago.

En el **Eje Neovolcánico** nacen dos de los ríos más importantes de México: el Río Lerma y el Balsas, conocido también como Mezcala. Su flora es característica de los bosques templados, además de contar con bosques de coníferas y vegetación propia de los glaciares de alta montaña.

Esta importante estructura determina el límite físico entre el Norte América y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

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.

La Sierra Madre del Sur está compuesta por sistemas montañosos orientados norte-sur, contrario a la tendencia general de la provincia que es esteoeste, formando lomeríos surcados por cañadas y sierras escarpadas (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

La provincia de la Sierra Madre del Sur se divide en varias sub-provincias y dentro del estado de Morelos, queda comprendida parte de la sub-provincia de Sierras y Valles Guerrerenses. Esta sub-provincia cubre la porción central y suroeste del estado y limita al norte y oriente con el Eje Neovolcánico. Es en esta provincia donde afloran las rocas más antiguas de Morelos, que son las del Cretácico Inferior;

litológicamente están clasificadas como calizas de ambiente marino.

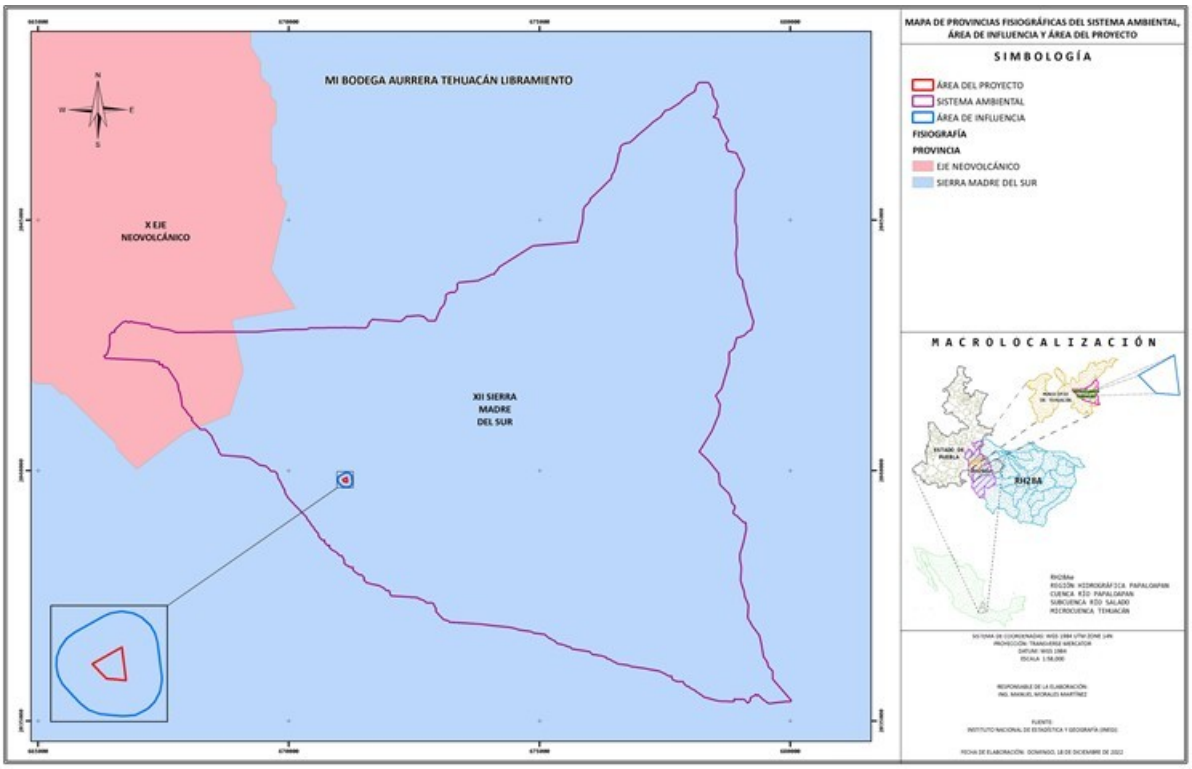


Figura IV.14. Provincia en el SA, AI AP.

- **Subprovincias**

La subprovincia Lagos y volcánes de Anáhuac:

se caracteriza por grandes sierras volcánicas o aparatos volcánicos individuales, como el volcán de Jocotitlán, que se alternan con grandes vasos lacustres como se pueden ver en Ixtlahuaca y San Felipe del Progreso, formados al ser bloqueado el drenaje original, por derrames de lava y otros productos volcánicos. Colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, al oriente se extiende hasta los estados de Tlaxcala y Puebla; al sur se interna en el Distrito Federal y el Estado de Morelos y limita con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses. Al suroeste colinda con la Subprovincia Depresión del Balsas y al oeste con la de Mil Cumbres.

La subprovincia Sierras Orientales:

Corresponde al diminuto extremo nororiental de la Sierra Madre del Sur Cubre con 3 216 km2, 4 5% de la superficie del estado. Se manifiesta por una estrecha y compleja cadena montañosa de orientación norte-sur y con altitudes superiores a los 2 500 m, que corresponde al norte de la Sierra de Zongolica.

Sierras centrales de Oaxaca:

Se caracteriza por presentar un sistema de topoformas de tipo sierra baja compleja con cañadas.

<u>Área de influencia y área del proyecto</u>

- **Provincias y subprovincias**

De la misma manera dentro de las provincias y subprovincias anteriormente descritos, se determina que tanto el área de influencia como el área del proyecto se encuentran dentro de la provincia Sierra Madre Del Sury la subprovincia sierras centrales de Oaxaca como se muestra en las siguientes figuras.

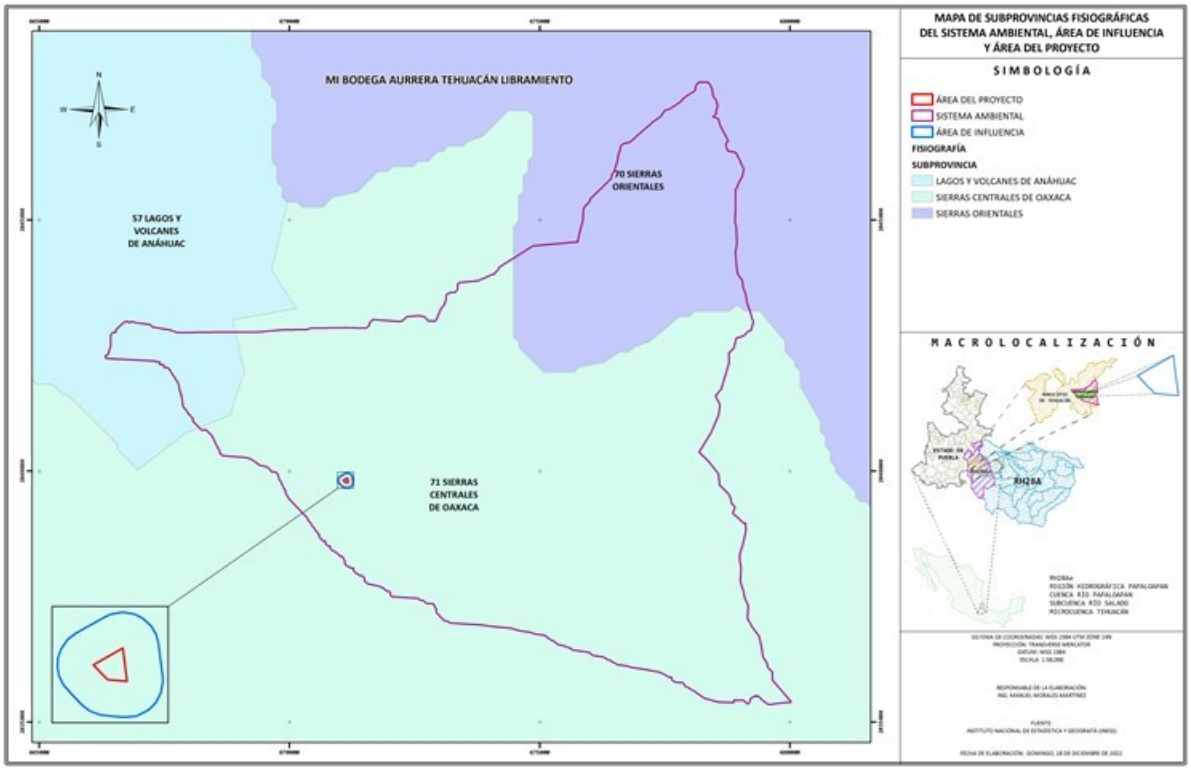


Figura IV.15. Subprovincia fisiográfica del SA, AI, AP.

Sistema ambiental

Con base en la cartografía INEGI se determinó el mapa de pendiente existente en el sistema ambiental, en la cual predomina el rango de pendientes de 0-8%, considerándose ésta como la pendiente media del área.

Cuadro IV.21. Pendientes en el sistema ambiental.

Rango (%)	Superficie (Ha)
0 - 8	**4652.5884**
8 - 30	1880.4061
> 30	1029.0727
Total general	**7,561.7672**

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera que en el SA, con base en la cartografía INEGI se determinó el mapa de pendiente existente en el área de influencia y área del proyecto, en las cuales predomina el rango de pendientes de 0 a 8%, considerándose éstas como las pendientes medias del área, como se muestra en la siguiente figura.

Cuadro IV.22. Pendiente en el AI y AP.

Rango	Unidad de análisis (HA)	
	AI	AP
0 – 8%	**6.599**	**0.5109**
Total	**6.599**	**0.5109**

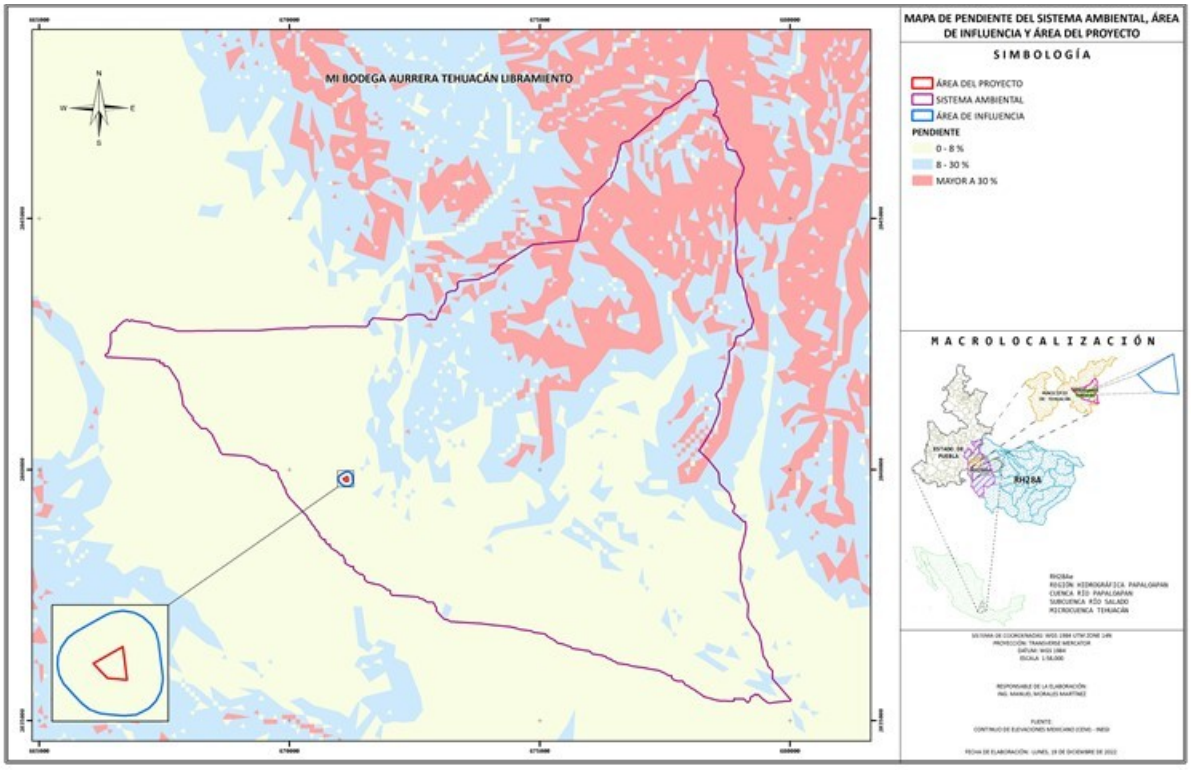


Figura IV.16. Pendientes en el SA, AI, AP.

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

En el SA no se encuentra inmersa ninguna falla o fracturas, las más cercanas son en dirección: Norte-Sur, la distancia de la ubicación se presenta a continuación en el cuadro y figura siguiente.

Cuadro IV.23. Fallas y fracturas del SA.

ENTIDAD	DIRECCIÓN	LONG (KM)
FRACTURA	Noroeste-Sureste	4.84
FALLA	Noroeste-Sureste	19.62
FALLA	Noroeste-Sureste	13.85
FALLA	Noroeste-Sureste	10.79
FALLA	Noroeste-Sureste	7.97
FALLA	Noroeste-Sureste	17.54
FALLA	Noroeste-Sureste	26.75

Área de influencia y área del proyecto

En el área de influencia y área del proyecto no se encuentra inmersa ninguna falla o fractura, las más cercanas son en dirección: Norte Sur, la distancia de la ubicación se presenta a continuación en el cuadro y figuras siguientes.

Cuadro IV.24. Fallas y fracturas del AI y AP.

ENTIDAD	DIRECCIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS	
		AI (LONG KM)	AP (LONG KM)
FRACTURA	Noroeste-Sureste	7.85	7.94
FALLA	Noroeste-Sureste	18.39	18.5
FALLA	Noroeste-Sureste	18.47	18.57
FALLA	Noroeste-Sureste	19.74	19.74
FALLA	Noroeste-Sureste	23.16	23.24
FALLA	Noroeste-Sureste	26.03	26.09
FALLA	Noroeste-Sureste	29.29	29.33

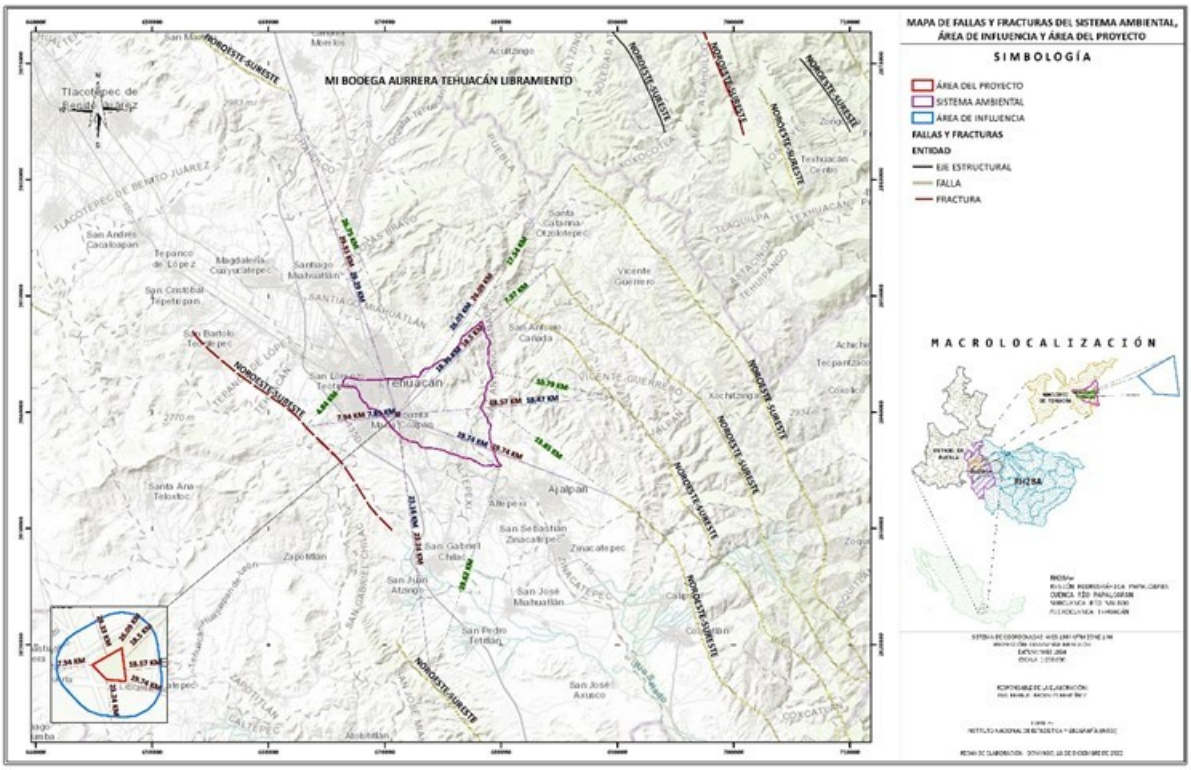


Figura IV.17. Fallas y Fracturas del SA, AI, AP.

Exposición.

Sistema ambiental

De acuerdo con la superficie que ocupa cada tipo de exposición en el sistema ambiental, se puede concluir que la predominante en el sistema ambiental es la exposición Sureste, como se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro IV.25. Exposiciones presentes en SA.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
NORTE	59.5838
NORESTE	282.525
ESTE	1720.8664
OESTE	669.1014
NOROESTE	273.6674
SURESTE	**2139.2352**
SUR	1391.6023
SUROESTE	1020.5278
PLANO	4.6579
TOTAL	**7,561.7672**

Área de influencia y área del proyecto

De acuerdo con la superficie que ocupa cada tipo de exposición en el área de influencia y área del proyecto, se puede concluir que la predominante en ambas áreas es la exposición Sureste, dicha información se muestra en los siguientes cuadros y figuras.

Cuadro IV.26. Exposiciones en el AI.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
ESTE	3.1618
SURESTE	3.4372
TOTAL	**6.599**

Cuadro IV.27. Exposiciones en el AP.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
ESTE	0.2514
SURESTE	0.2595
TOTAL	**0.5109**

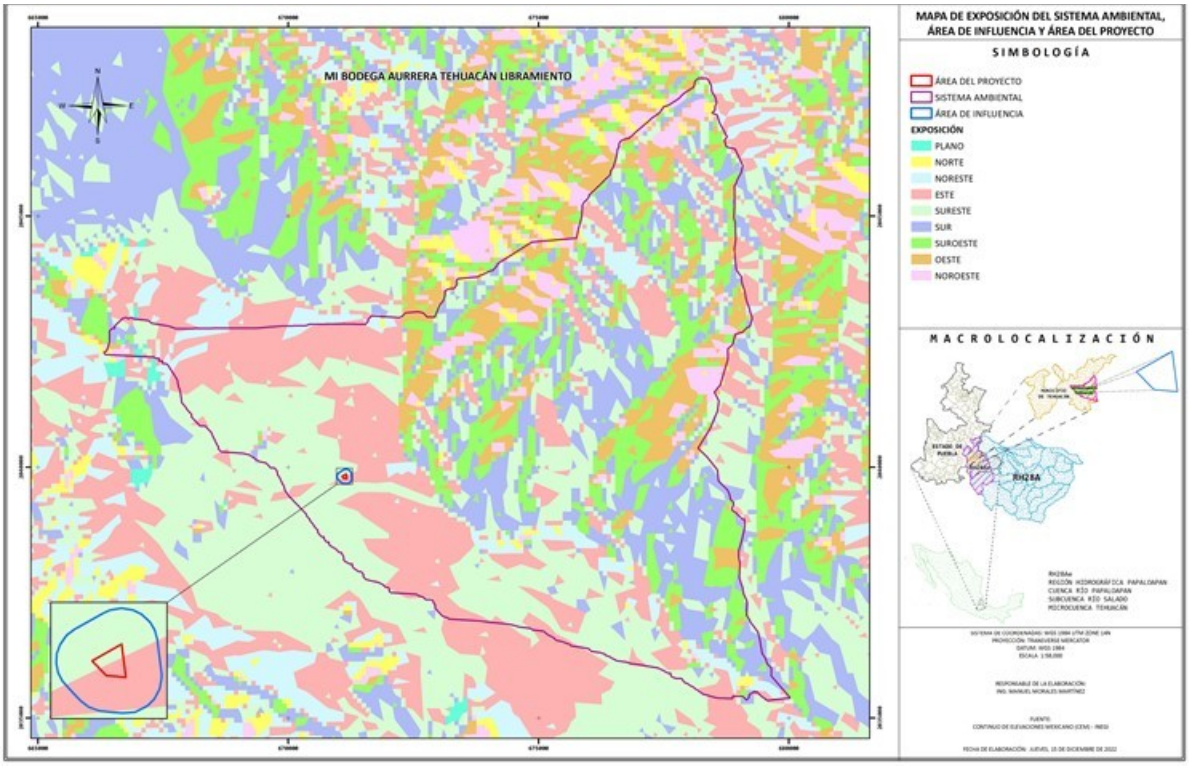


Figura IV.18. Exposiciones del SA, AI, AP.

Geología

La naturaleza de la geología Para entender la geología del estado de Puebla es necesario dividirlo en cuatro provincias fisiográficas, según la Síntesis geográfica editada por INEGI. Una de ellas, la de la Sierra Madre del Sur, es una de las regiones más complejas del país en cuanto a su origen geológico. En dicha provincia, al sur de Puebla, afloran granitos y rocas metamórficas de la era del Precámbrico con más de 900 millones de años de antigüedad. También cuentan con miles de años las rocas del Paleozoico de tipo metamórfica de la Provincia Sierra Madre Oriental, al norte del estado; según el Anuario estadístico estatal 2011 de INEGI, las rocas del Paleozoico abarcan 12.13% de la superficie de la entidad, y en particular las metamórficas de esa edad, 11.38%. En la misma provincia, pero hacia el sureste, existen estratos plegados constituidos por rocas sedimentarias de edad Mesozoica de origen marino, que cubren 34.83% de la superficie de Puebla; en este caso destacan especialmente las calizas de Tepexi de Rodríguez, las cuales contienen una gran diversidad de fósiles de peces, con edades de hasta 225 millones de años.En la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte predominan los suelos sedimentarios del Cuaternario y del Cretácico, los que sumados, representan 23.38% del territorio poblano; tales sedimentos son producto de la erosión de los terrenos. Finalmente, en la Provincia Eje Neovolcánico abundan las rocas ígneas compuestas por lavas, tobas, brechas y cenizas volcánicas, producto de erupciones acontecidas sobre todo durante el Cenozoico (Cuaternario y Terciario); en este caso las más antiguas tienen hasta 65 millones de años, cubriendo el 32.14% del área estatal. Una vez comprendido lo anterior y para las unidades de análisis se muestra lo siguiente:

Sistema ambiental

En el sistema ambiental se encuentra este tipo de geología:

- **Q(s):** Suelo cenozoico cuaternario.
- **Ki(lu-ar):** Unidad cronoestratigráfica, sedimentaria lutita-arenisca mesozoicocretácico.
- **K(lgei):** Unidad cronoestratigráfica ígnea extrusiva ígnea extrusiva intermedia mesozoico cretácico.
- **Ti(lu-ar):** Unidad cronoestratigráfica sedimentaria lutita-arenisca cenozoico paleógeno.
- **Q(tr):** Unidad cronoestratigráfica sedimentaria travertino cenozoico cuaternario.
- **Q(tr):** Unidad cronoestratigráfica sedimentaria travertino cenozoico cuaternario.

Área de influencia y área del proyecto

La geología presente en el área del proyecto y área de influencia pertenece a la Q (s) como se menciona anteriormente y se muestran en las siguientes figuras.

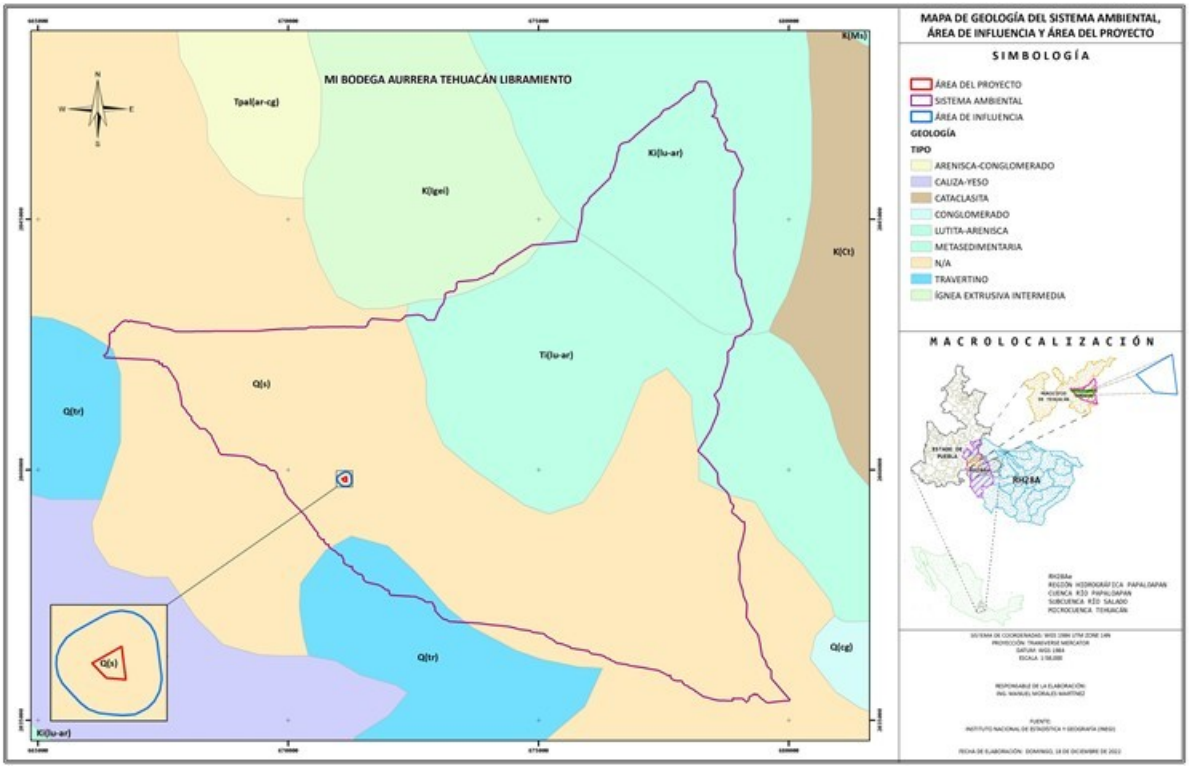


Figura IV.19. Características geológicas del SA, AI, AP.

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

A continuación, se presentan las elevaciones cercanas al SA y representadas en la figura siguiente.

Cuadro IV.28. Elevaciones cercanas al SA.

ID	Tipo	Nombre	Distancia al SA (km)
1	Cerro	Colorado	19.39
2	Cerro	Cerro verde	36.75
3	Volcan	Pico de orizaba	58.16
4	Cerro	Cofre de perote	109.24
5	Volcán	La malinche	105.74
6	Cerro	Derrumbadas	89.96

Área de influencia y área del proyecto

Dentro del área de influencia y el área del proyecto no se encuentra ninguna elevación, las más cercanas son:

Cuadro IV.29. Elevaciones cercanas al AI.

ID	Tipo	Nombre	Distancia al SA (km)
1	Cerro	Colorado	22.64
2	Cerro	Cerro verde	41.78
3	Volcan	Pico de orizaba	66.19
4	Cerro	Cofre de perote	95.6
5	Volcán	La malinche	110.83
6	Cerro	Derrumbadas	118.29

Cuadro IV.30. Elevaciones cercanas al AP.

ID	Tipo	Nombre	Distancia al SA (km)
1	Cerro	Colorado	22.73
2	Cerro	Cerro verde	41.89
3	Volcan	Pico de orizaba	66.29
4	Cerro	Cofre de perote	95.7
5	Volcán	La malinche	110.93
6	Cerro	Derrumbadas	118.28

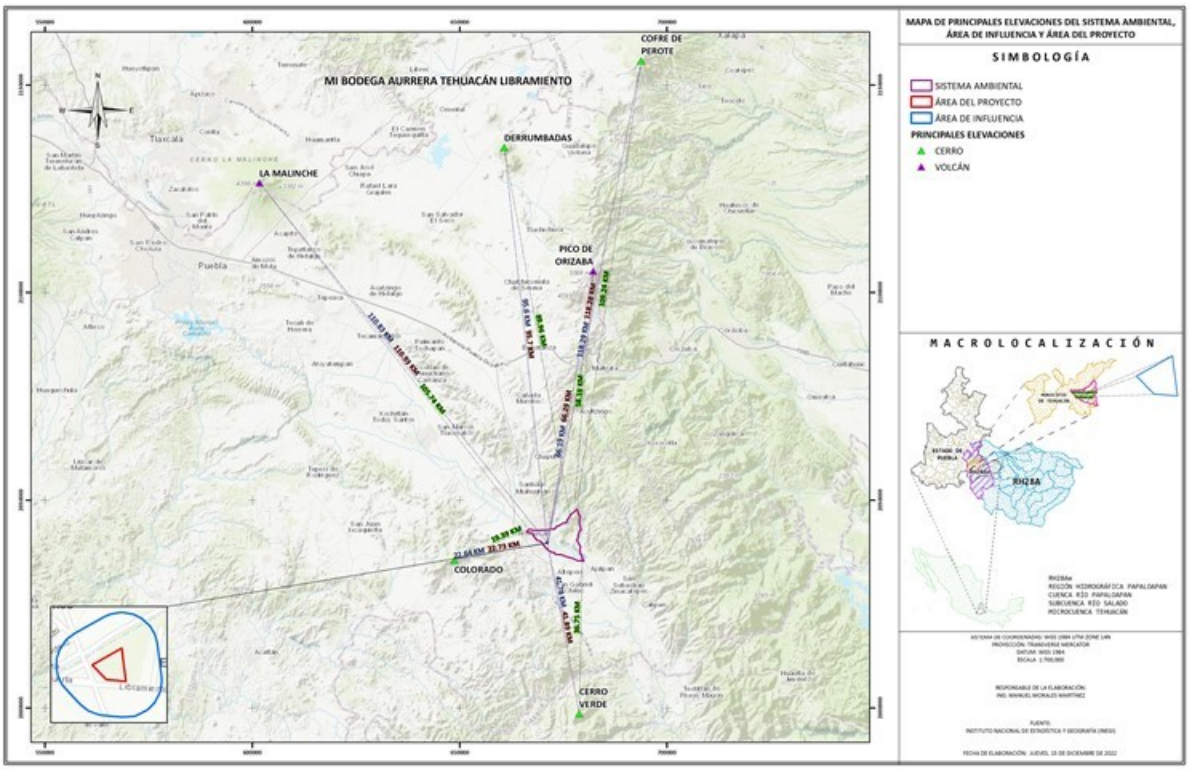


Figura IV.20. Elevaciones en el SA, AI, AP.

Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra en la región potencial de deslizamientos, como se muestra a continuación en la siguiente figura.

Área de influencia y área del proyecto

El área de influencia y área del proyecto de igual manera se encuentra en la región potencial de deslizamientos, como se muestra a continuación.

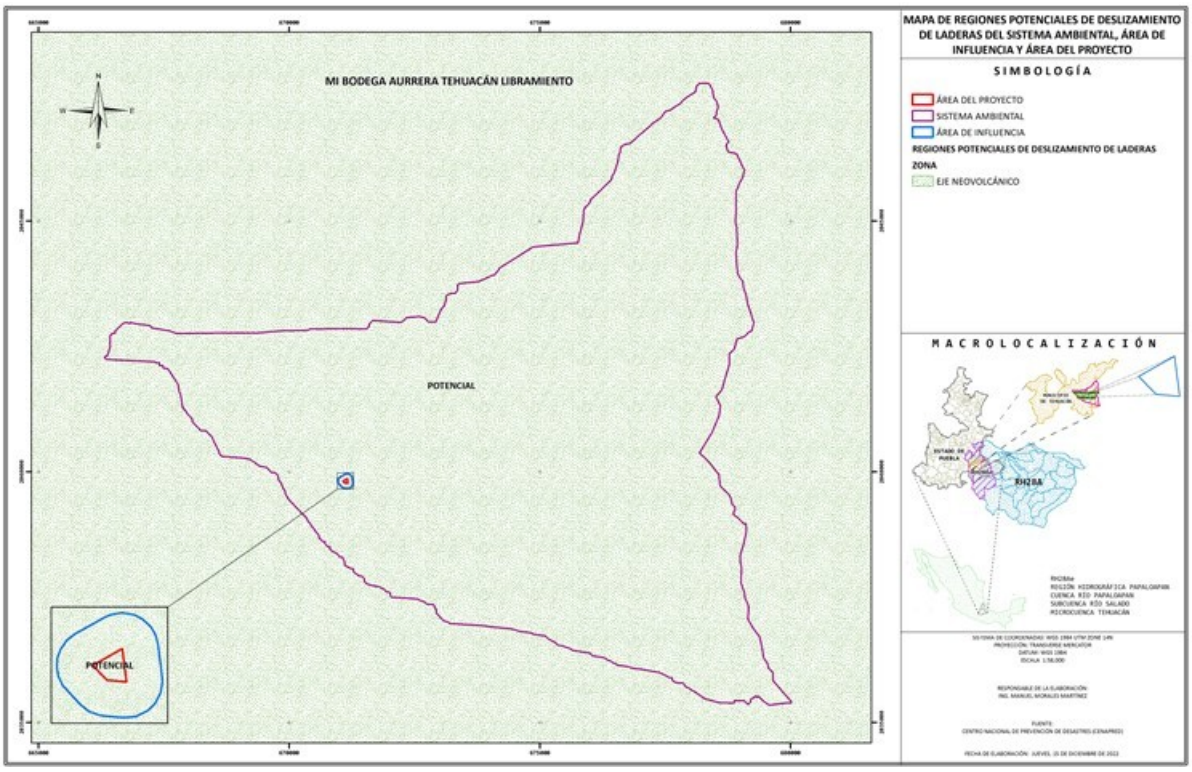


Figura IV.21. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA, AI, AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

El SA corresponde a las zonas B y la C con peligro medio y bajo de sismicidad como se puede observar en la siguiente figura.

Cuadro IV.31. Sismicidad del SA.

ZONA	CLASE_PELI	PELIGRO_S	PELIGRO	SUPERFICIE
B	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Bajo	Medio	12.8767
C	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Mediano	Alto	7548.8905
TOTAL				**7651.7672**

Área de influencia y área del proyecto

Tanto el área de influencia como el área del proyecto corresponden a la zona C con peligro medio de sismicidad como se puede observar en la siguiente figura.

Cuadro IV.32. Sismicidad del AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	PELIGRO_S	PELIGRO	SUPERFICIE AI (HA)	SUPERFICIE AP (HA)
C	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Mediano	Alto	6.599	0.5109

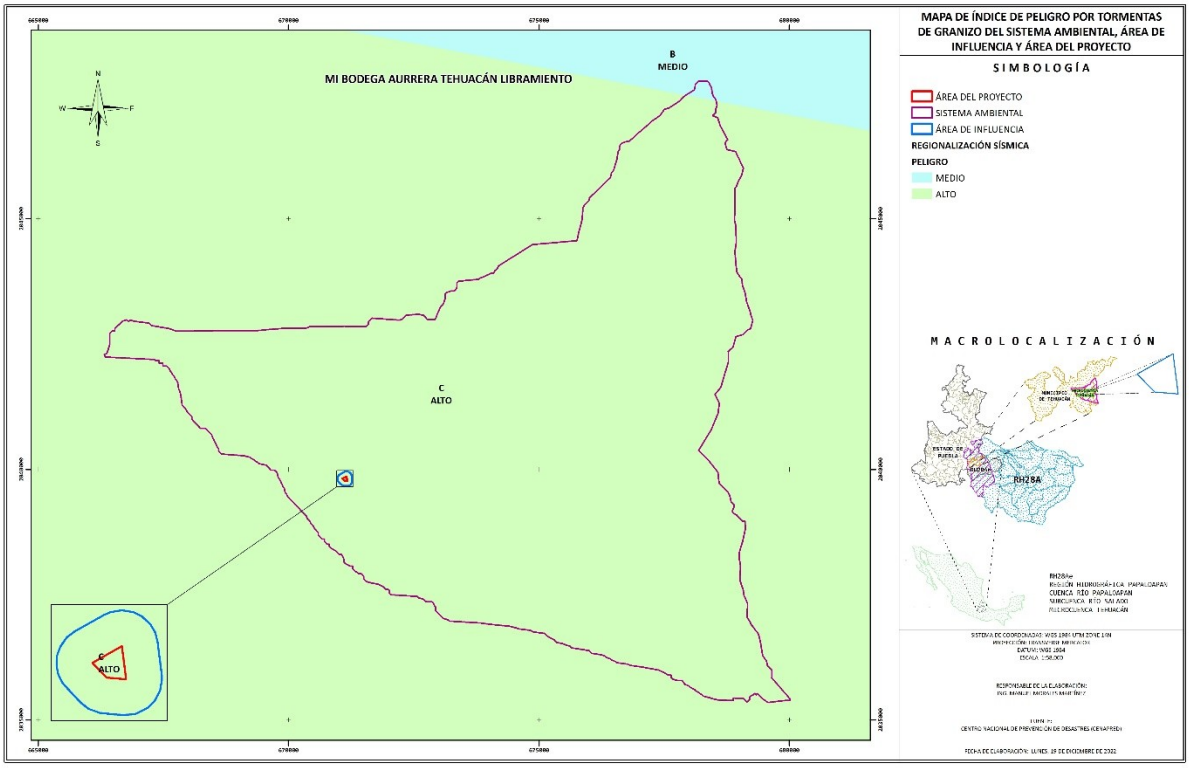


Figura IV.22. Sismicidad del SA, AI, AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El sistema ambiental presenta un riesgo bajo por inundación como se muestra.

Cuadro IV.33. Riesgos por inundaciones del SA.

RIESGO	Superficie
Bajo	7561.7672

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera el área de influencia y el área del proyecto no se encuentran dentro de ningún riesgo por inundación, como se muestra en las siguientes figuras.

Cuadro IV.34. Riesgos por inundaciones del AI.

RIESGO	Superficie
Bajo	6.599

Cuadro IV.35. Riesgos por inundaciones del AP.

RIESGO	Superficie
Bajo	0.5109

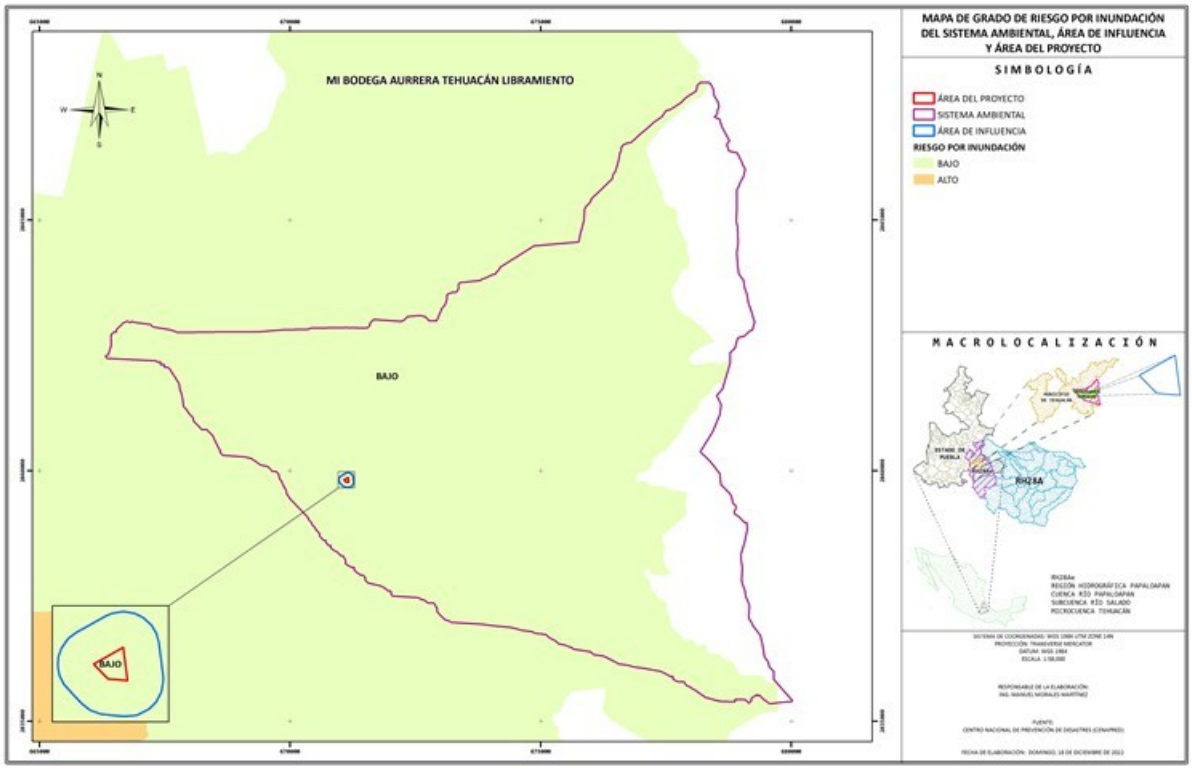


Figura IV.23. Riesgo por inundación dentro del SA, AI, AP.

Vulcanismo

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son:

Cuadro IV.36. Volcanes cercanos al sistema ambiental.

TIPO	VOLCANES	LONG (KM)
Volcán escudo	Cofre de Perote	121.44
Campo volcánico	La Gloria	92.07
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Las Cumbres	75.93
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdan-Oriental	90.19
Estratovolcán	La Malinche	106.25
Estratovolcán	Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	57.48

Área de influencia y área del proyecto.

De igual manera en el área de influencia y en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son:

Cuadro IV.37. Volcanes cercanos al AI y AP

TIPO	VOLCANES	AI	AP
		DISTANCIA (KM)	DISTANCIA (KM
Estratovolcán	Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	66.11	66.19
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Las Cumbres	80.41	80.5
Estratovolcán, domos y conos de tobas	Serdan-Oriental	93.21	93.28
Campo volcánico	La Gloria	99.17	99.25
Estratovolcán	La Malinche	111.06	111.13
Volcán escudo	Cofre de Perote	118.51	118.46

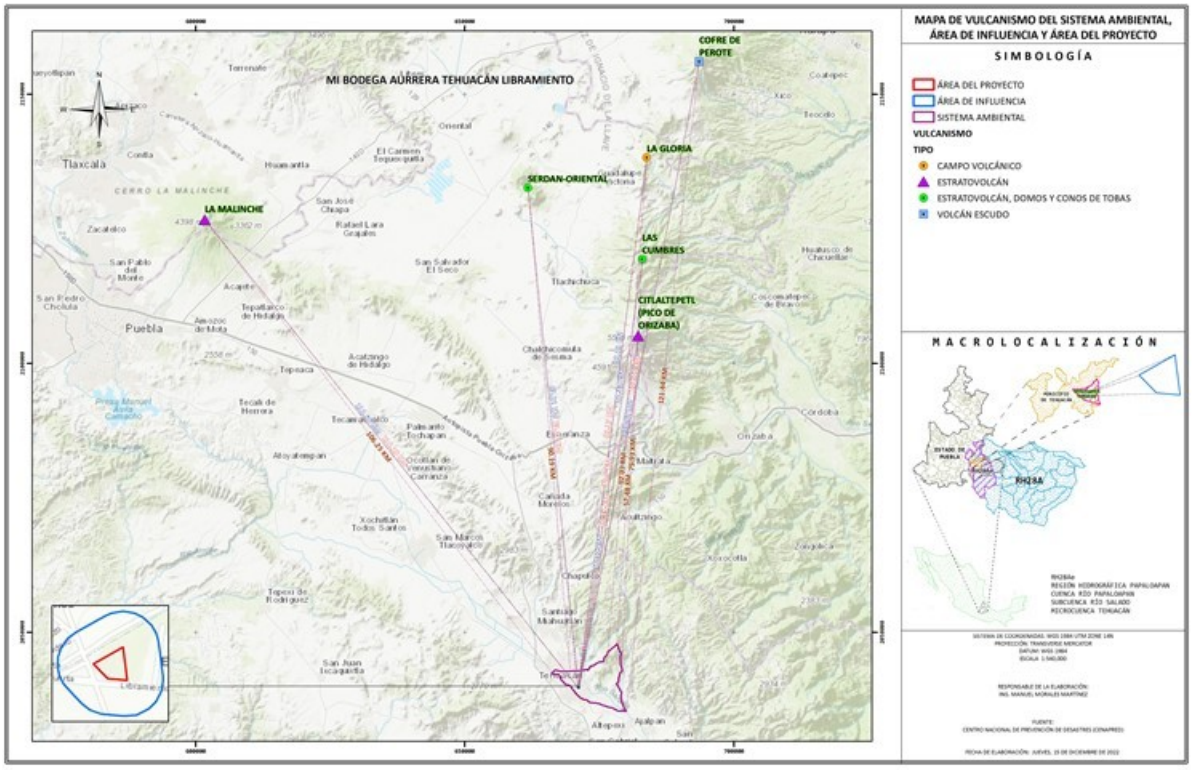


Figura IV.24. Volcanes activo cercanos al SA, AI, AP.

IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA.

Sistema ambiental

Las condiciones ecológicas contrastantes en el estado han favorecido un mosaico edáfico variado en el que es posible encontrar una diversidad de unidades de suelos. Su formación se debe a la acción combinada de diversos factores: clima, material parental, relieve, organismos y tiempo.

Específicamente, los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA son andosol y cambisol, y se describen a continuación:

- **I+E+Hh/2:** Suelo principal litosol con suelo secundario rendzina.
- **Lk+Lo/2:** Suelo primario luvisol cálcico y suelo secundario luvisol órtico.
- **Xl+Xh/2:** Suelo promario xerosol luvico y suelo seciundario xerosol háplico**.**

Las características de los suelos principales son:

Unidad de suelo.

- **Litosol**

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

- **Luvisol**

Del latin *luvi, luo:* lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los Altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también puede encontrarse en climas más secos como los Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser obscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles. El símbolo para su representación cartográfica es (L).

- **Xerosol**

Del griego xeros: seco. Literalmente, suelo seco. Se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal. Y son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país (9.5%). Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento

agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente sobre todo en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad. Su símbolo es (X).

Área de influencia y área del proyecto

El área de influencia y el área del proyecto presentan el tipo de suelo **Lk+Lo/2:** Suelo primario luvisol cálcico y suelo secundario luvisol órtico, y a continuación se presentan los mapas correspondientes:

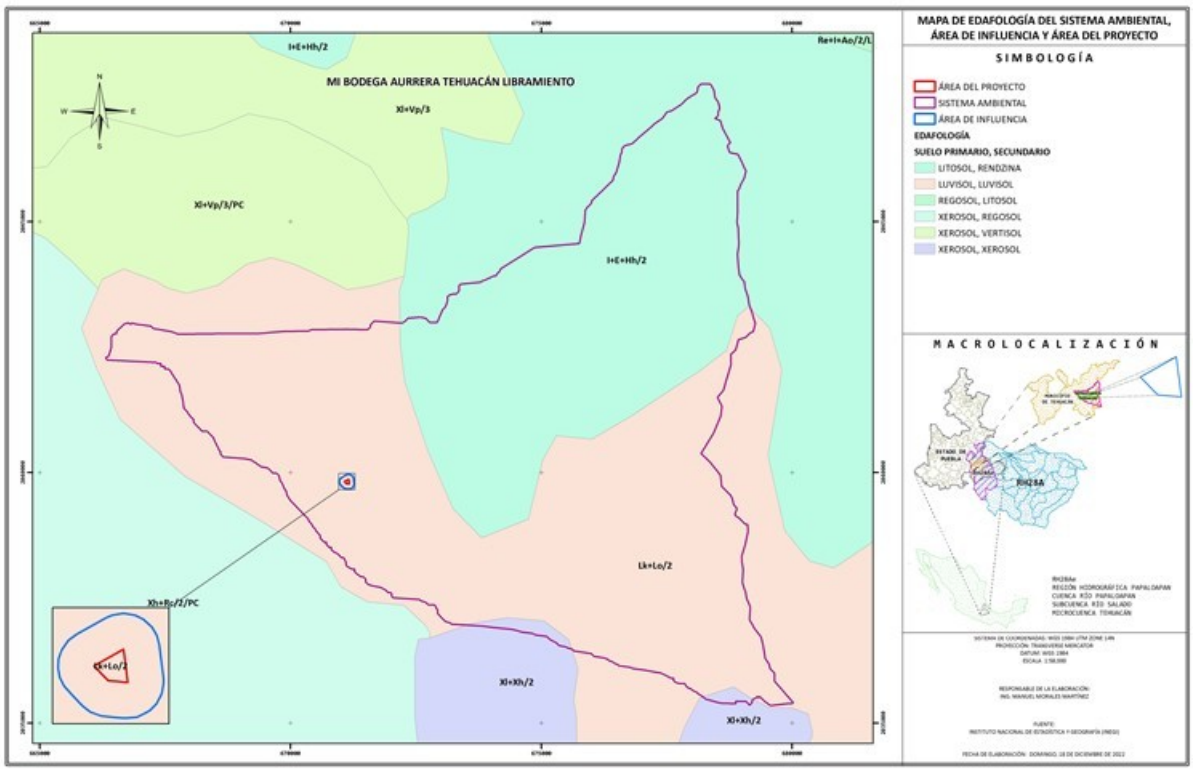


Figura IV.25. Tipo de suelo en el SA, AI, AP.

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 IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA** donde se determinó la perdida de suelo existente en las superficies de interés (sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto) así como la erosión que existirá en el área del proyecto 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).

Cuadro IV.38. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental.

SISTEMA AMBIENTAL	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Grado de erosión
Erosión Hídrica.	74.96		69.5	1.416	0.300	0.35	0.3564	**3.68**	Ligera
Erosión Eólica.		103.409			1.546		0.3564	**56.97**	Moderada

Como puede observarse en el cuadro anterior, la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental se encuentran en una categoría ligera y moderada esto se debe a las condiciones actuales del sistema ambiental como lo es el tipo de uso de suelo, las pendientes y el tipo de suelo que se encuentra en el área de sistema ambiental.

Cuadro IV.39. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	EROSIÓN LAMINAR (ton/ha/año)	GRADO DE EROSIÓN
Erosión Hídrica.	74.96		69.5	1.000	0.300	0.35	0.8000	**5.84**	Ligera
Erosión Eólica.		103.409			1.250		0.8000	**103.41**	Alta

Considerando el cuadro anterior la erosión hídrica y eólica del área de influencia se encuentra de igual manera en una categoría ligera y alta respectivamente debido al tipo de suelo ya que son tierras fragiles.

Área del proyecto:

Para el caso del área del proyecto (sin remoción y con remoción), la erosión hídrica es ligera y se mantiene, mientras que la erosión eólica se encuentra en un grado considerado como sin erosión y

posteriormente ligera. Como se puede observar con la implementación del proyecto habrá una pérdida de suelo por lo que para mitigar esta pérdida se proponen obras de conservación, las cuales se describen en el capítulo VI del presente documento.

Cuadro IV.40. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción.

EROSIÓN ACTUAL											
EROSIÓN	**POLÍGONO**	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**EROSIÓN LAMINAR (Ton/Ha/año)**	**CLASE DE DEGRADACIÓN**	**EROSIÓN POLÍGONO TON/AÑO**
Erosión hídrica	1	74.96		69.49	1.00	0.30	0.35	0.10	**0.73**	Ligera	**0.37**
Erosión eólica	1		103.41		1.00	1.75	0.35	0.10	**18.10**	Ligera	**9.25**

Cuadro IV.41. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción.

EROSIÓN CON REMOCIÓN											
EROSIÓN	**POLÍGONO**	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**EROSIÓN LAMINAR (Ton/Ha/año)**	**CLASE DE DEGRADACIÓN**	**EROSIÓN POLÍGONO TON/AÑO**
Erosión hídrica	1	74.96		69.49	1.00	0.30	0.35	0.40	**2.92**	Ligera	**1.49**
Erosión eólica	1		103.41		1.00	1.75	0.35	0.40	**72.39**	Moderada	**36.98**

IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA

IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL

Sistema ambiental

De acuerdo con INEGI, el sistema ambiental se encuentra en la región hidrológica: RH28**,** Río Papaloapan teniendo los siguientes atributos:

El acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, se localiza en la zona sur del Estado de Veracruz, colinda con el Estado de Oaxaca, y cubre una superficie de 7,279.60 kilómetros cuadrados. El acuífero colinda al norte, con los acuíferos Costera del Papaloapan, Sierra de San Andrés Tuxtla y Soteapan-Hueyapan; al este, con el acuífero Costera de Coatzacoalcos y al sur, con los acuíferos Coatzacoalcos y Tuxtepec. El acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, abarca 18 municipios, comprende totalmente a los municipios de Playa Vicente, José Azueta, Cosamaloapan de Carpio, Santiago Sochiapan, Chacaltianguis, Carlos A. Carrillo, Tlacojalpan, Otatitlán y Tuxtilla; y parcialmente a los municipios de Juan Rodríguez Clara, Jesús Carranza, Oluta, Acayucan, Isla, Hueyapan de Ocampo, Sayula de Alemán, San Juan Evangelista y Texistepec. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro.

La red hidrográfica del acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, está constituida por un cauce principal, el Río Tesechoacán y por los ríos secundarios La Lana, Trinidad, San Juan y Obispo.

El Río Tesechoacán entra a la zona de estudio, 11 kilómetros aproximadamente en una zona pantanosa, de la región suroeste y va con dirección al noroeste 52 kilómetros hasta alcanzar los límites de la zona de estudio.

El Río San Juan recorre aproximadamente 13 kilómetros desde el sureste hasta la bifurcación con los ríos Trinidad y La Lana, recorre 12 kilómetros desde la entrada en la zona de estudio al sureste del acuífero con dirección norte hasta la bifurcación, donde se convierte en el Río San Juan y sale de la zona de estudio 29 kilómetros adelante.

El Río Obispo entra en la porción oeste-suroeste con rumbo nornoroeste durante 21.3 kilómetros aproximadamente, hasta su unión con el Río Tonto, que posteriormente desembocará en el Río Papaloapan.

Área de influencia y área del proyecto

Considerando que el área de influencia y área del proyecto se encuentran dentro del sistema ambiental, se determina que estas áreas también se encuentran en la región hidrológica RH28.

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI, en el área del proyecto no cruza ningún tipo de escurrimiento.

En seguida se presentan los planos de ubicación de las tres zonas de análisis SA, AI y AP.

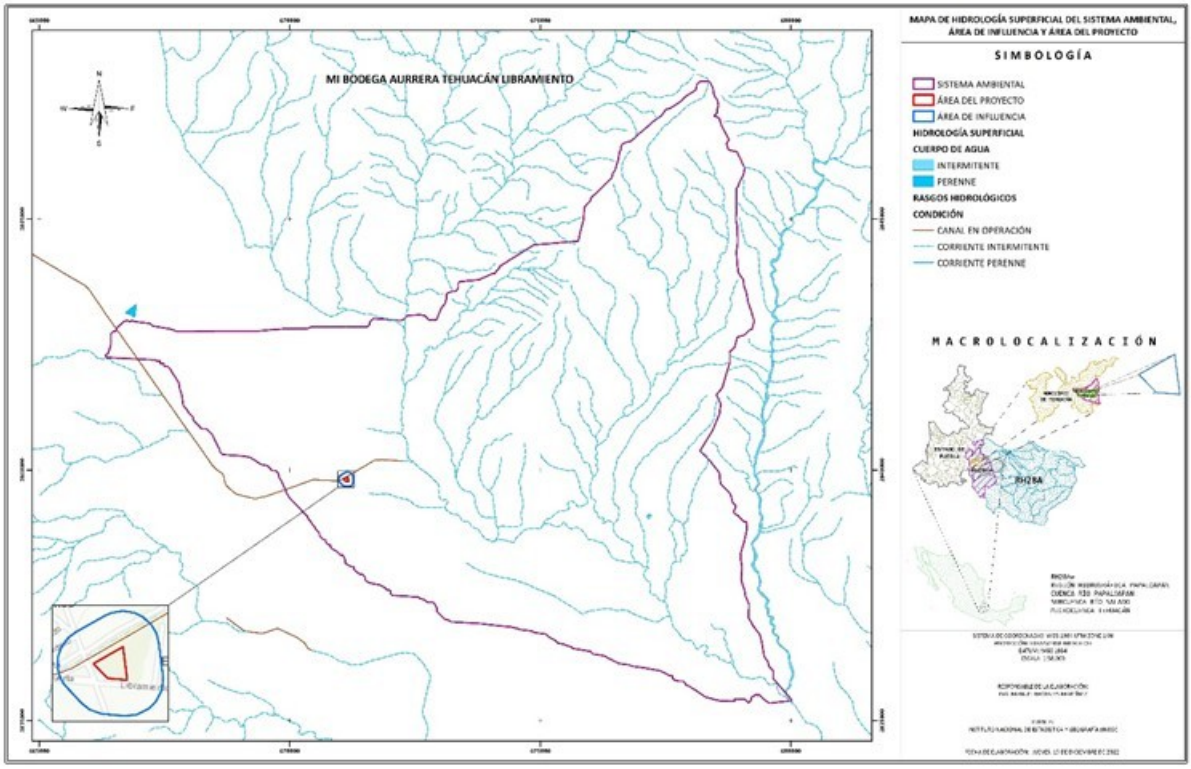


Figura IV.26. Hidrología superficial del SA, AI y AP.

IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA.

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra situado sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Valle de Tehuacán.

- **Acuífero Valle de Tehuacán, clave 2105**

Se localiza en la porción sureste del Estado de Puebla, en los límites de los Estados de Oaxaca y Veracruz, abarca una extensión de 3,750 kilómetros cuadrados y comprende totalmente a los Municipios de Coxcatlán, Tehuacán, Zinacatepec, San José Miahuatlán, Santiago Miahuatlán, San Antonio Cañada, Altepexi, y San Gabriel Chilac y parcialmente a los Municipios de Nicolás Bravo, Ajalpan, Caltepec, Zapotitlán, Tepanco de López, Chapulco, Cañada Morelos, Zoquitlán, Coyomeapan, Atexcal, Juan N. Méndez, Vicente Guerrero y Tlacotepec de Benito Juárez, todos ellos del Estado de Puebla. Administrativamente, el acuífero pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa X "Golfo Centro".

El medio granular poroso y el medio fracturado integran un acuífero heterogéneo y libre en donde el movimiento del agua subterránea está en función de la geología estructural. El medio granular incluye sedimentos de diferente granulometría, los más finos de ambiente fluvial y lacustre que son de permeabilidad media a baja, se ubican en el centro del valle y los sedimentos más gruesos de mayor permeabilidad se localizan en los abanicos aluviales al pie de las sierras. El medio fracturado incluye areniscas, lutitas y calizas fracturadas, en estas últimas además existen grietas y oquedades de disolución que incrementan su permeabilidad.

La recarga natural está integrada por la infiltración del agua de lluvia, la entrada subterránea. La recarga inducida es originada por la infiltración de los excedentes de riego y por las fugas en la red de distribución de los sistemas de abastecimiento a núcleos urbanos. La dirección de flujo subterráneo es de noroeste a sureste. Las salidas del acuífero ocurren a través de manantiales, galerías filtrantes, extracción por bombeo y como salida subterránea hacia el sur.

Área de influencia y área del proyecto

El área de influencia y área del proyecto se encuentran situadas sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Valle de Tehuacán.

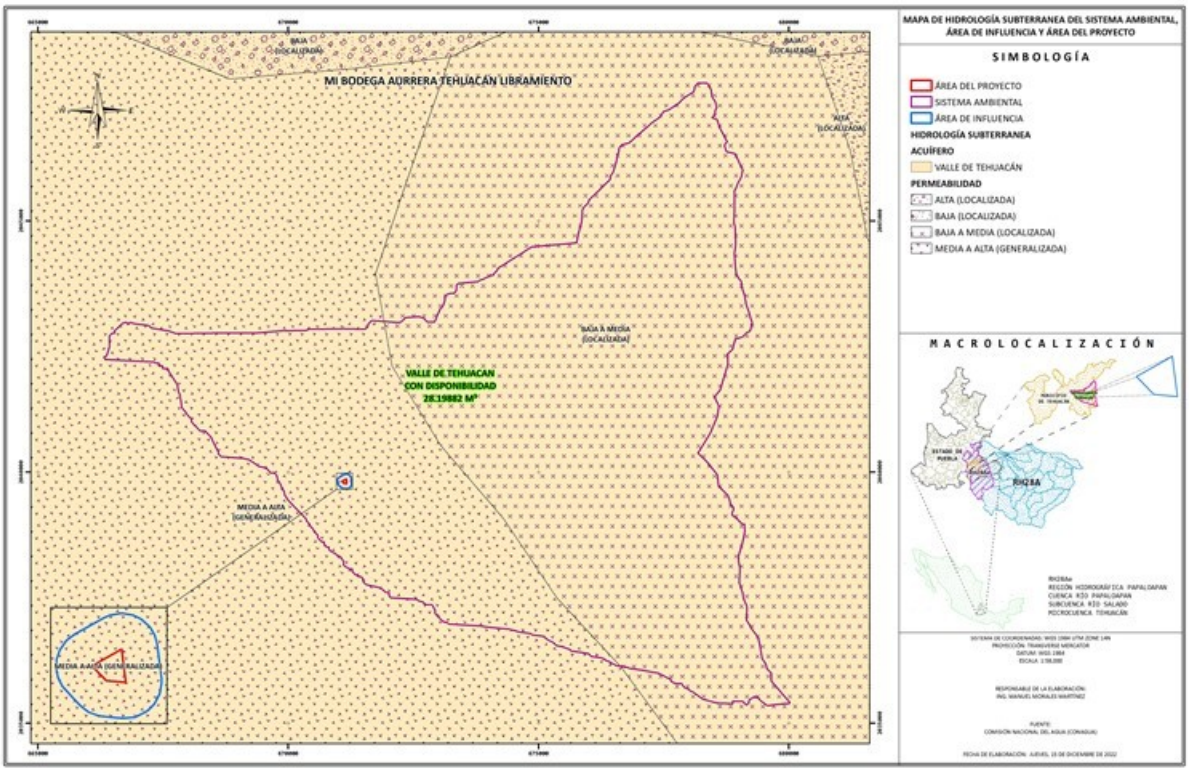


Figura IV.27. Hidrología subterránea del SA, AI y AP.

Balance hídrico

El concepto de balance en hidrología, hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables a diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

Jiménez (1994) citado por Aguilar (2010), menciona que el balance hídrico es una representación teórica del intercambio de agua entre la vegetación, el suelo y la atmosfera dentro del cual intervienen gran cantidad de variables, pero aplicables a toda clase de escenarios. El balance hídrico da como resultado la cantidad de agua disponible luego de restar lo referente a la intercepción, evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y la recarga subterránea.

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Aparicio, 1992) citado por Aguilar (2010). En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

No es fácil medir la filtración al igual que la recarga subterránea, por lo que generalmente los valores de estos componentes del balance hídrico, se determinan por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial.

La evaluación de los recursos hídricos 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.

Empleando la metodología de Pradeyra, (2003) que comprende al ciclo hidrológico en sus diferentes fases, y considerando la precipitación como única entrada y el reparto de la precipitación por procesos de evapotranspiración real, escorrentías e infiltración, se estimó primeramente como punto de referencia el balance hídrico sobre el sistema ambiental, posteriormente sobre el área de influencia y por último en el área del proyecto, a fin de tener un contraste del balance hídrico presente en los sitios de interés, **en el (ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H._UA)**. se presenta la memoria de cálculo.

Cuadro IV.42. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Nivel	Precipitación (m^3)	EVT (m^3)	Volumen escurrimiento (m^3)	Infiltración (m^3)	Balance Hídrico
Sistema Ambiental	36,682,132.69	31,991,288.01	4,386,473.881	304,370.79	1.0
Área de influencia	32,011.749	27,918.14453	3,827.986287	265.6181833	1.0
Área del proyecto	2,478.3759	2,161.44568	63.13579993	253.7944204	1.0
AP con remoción	2,478.3759	2,161.44568	296.3658424	20.56437792	1.0

Considerando la información de balance hídrico del SA se puede hacer el comparativo respecto al balance hídrico que se presenta en el área de influencia y área del proyecto. Se identifica que los resultados obtenidos en el SA, el AI y proyecto presentan resultados que oscilan entre 0.8 y 1.2, esto indica que se encuentran en equilibrio.

Nota: Se presenta la memoria de cálculo de balance hídrico en las tres unidades de análisis, (ANEXO IV.C._METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H).

IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO

IV.3.1.2.1 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

De acuerdo a la cartografía de INEGI, actualmente el área del proyecto y el área de influencia tiene un uso de suelo de tipo urbano construido:

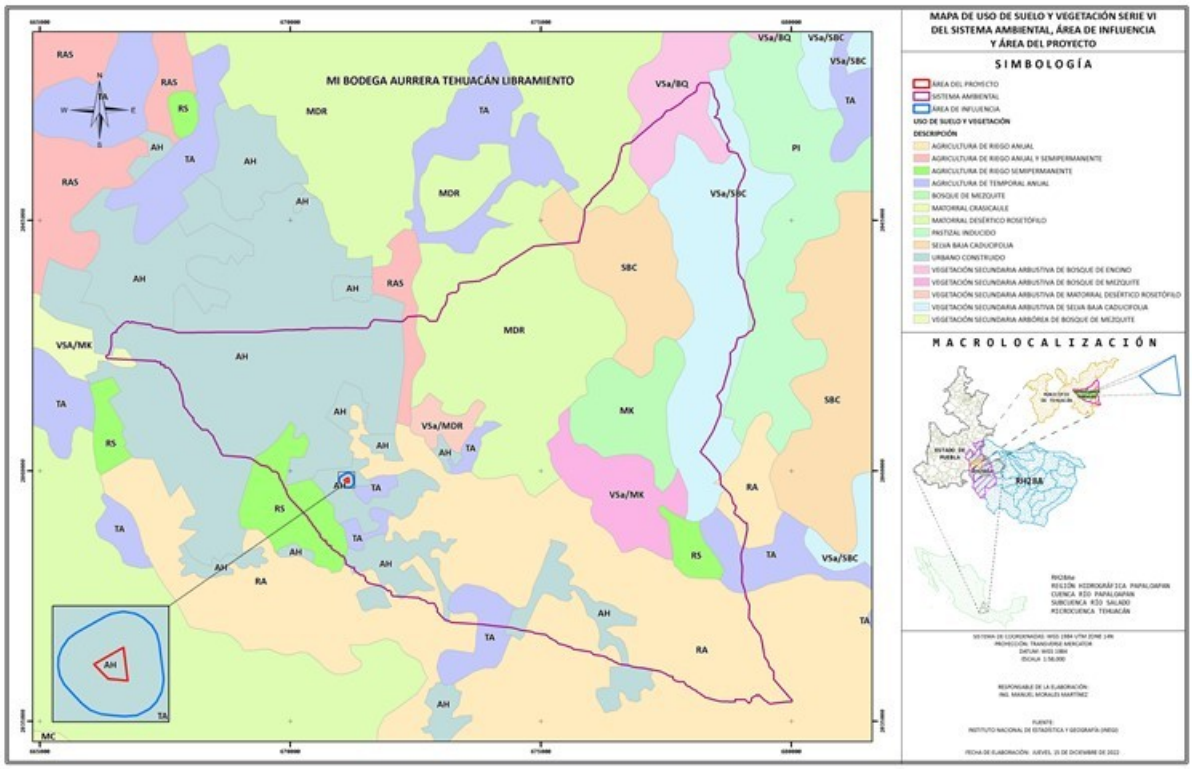


Figura IV.28. Uso de suelo en el SA, AI, AP, de acuerdo a INEGI serie VI

Bosque de Mezquite.

Las asociaciones vegetales que definen este tipo de vegetación se debe a la presencia del mezquite siendo este árbol el que se encuentra en mayor número de individuos dando las características a estos entornos.

El sistema, ambiental, el área de influencia y el área del proyecto, ha sido afectados en forma muy severa, de tal manera que actualmente se encuentran en estado secundario (arbóreo, arbustivo y herbáceo) como consecuencia de las actividades derivadas de la población cercana la cual genera impactos de diversas índoles como es la tira de basura, la descarga de residuos sólidos urbanos a las barrancas en las cuales también depositan animales muertos.

ESTADO ACTUAL DE LA VEGETACIÓN Y USO DE SUELO EN LAS UNIDADES DE ANALISIS.

SA

El uso actual del suelo en las áreas del Sistema Ambiental es variado teniéndolo siguiente; Pastizal inducido, Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite, Agricultura de riego anual y semipermanente, Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, Agricultura de riego semipermanente, Agricultura de temporal anual, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite, **Bosque de mezquite**, Selva baja caducifolia, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, Matorral desértico rosetófilo, **Urbano construido** y **Agricultura de riego anual**, de los usois de suelo mencionados se tiene una superficie que va de menor a mayor siendo la agricultura de riego anual la que presenta mayor superficie dentro del sistema ambiental seguido por el uso urbano construido, debido a que en el área existe un alto grado de fragmentación y urbanizada, esto debido al incremento de la tasa poblacional. Las especies con mayor presencia dentro del sistema ambiental de acuerdo al muestreo realizado son: *Acacia farnesiana, Parkinsonia praecox, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Ayenia ovata, Chenopodium fremontii, Chloris virgata, Tillandsia recurvata* y *Opuntia streptacantha.*

AI

De igual manera para el área de influencia, el uso de suelo es tipo **urbano construido**, sin embargo, presenta áreas de uso de suelo de bosque de mezquite dentro del cual se generen diversos impactos al área de influencia como lo es la tira de basura, presencia de fauna doméstica, presencia de desagües y tira de animales muertos. Las especies con mayor presencia dentro del área de influencia de acuerdo al muestreo realizado son: *Acacia farnesiana, Leucaena esculenta, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Lantana hirta, Enneapogon desvauxii, Loeselia coerulea, Tillandsia recurvata* y *Opuntia streptacantha.*

AP

El área del proyecto presenta la misma condición de baja calidad ambiental con un tipo de Vegetación de bosque de mezquite algunas de las especies presentes en el área del proyecto son: *Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Viguiera dentata, Enneapogon desvauxii* y *Opuntia streptacantha.*

Fuentes de deterioro

La vegetación del estado de Tehuacán 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. Sin embargo, dicha diversidad puede verse afectada por algunas fuentes de deterioro natural o antropogénicas como lo es:

- **Crecimiento poblacional**

La generación de nuevos proyectos productivos en áreas con poca población genera una migración de áreas cercanas a las áreas del proyecto a causa del incremento de oportunidades laborales, esta migración genera impactos en los alrededores, el impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva de los procesos locales de contaminación, cambio de naturaleza de las áreas de zonas agrícolas o forestales a urbanas. El área que se urbanizan o se incrementa la población requiere agua, alimentos y energía para sostener sus procesos. El proceso de urbanización de la población genera que en el medio urbano se pierde la transparencia de las relaciones con los bienes y servicios ambientales que aportan los ecosistemas naturales[iv].

1. **Metodología que se empleó en la toma de datos para la flora**

Diseño de muestreo

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 un tamaño determinado como unidad para la toma de datos, que 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.
- Una vez seleccionados, la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

El diseño del muestreo empleado es un muestreo aleatorio estratificado, que conlleva, en primer lugar, dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población y, a continuación, dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato[1], y luego seleccionando una muestra aleatoria simple de cada estrato, 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.

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

Y el procedimiento fue el siguiente:

- Se ubicaron los sitios a través de un GPS (marca GARMIN) con una precisión del ±3 grados de error.
- Se delimito el sitio con una cuerda o cinta y se procedió a medir las variables dasométricas de los árboles (diámetro y altura), para el estrato arbustivo y de epífitas y/o cactáceas, se cuantificaron todos los individuos presentes. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos. Este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos que fueron establecidos para tomar información.

1 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

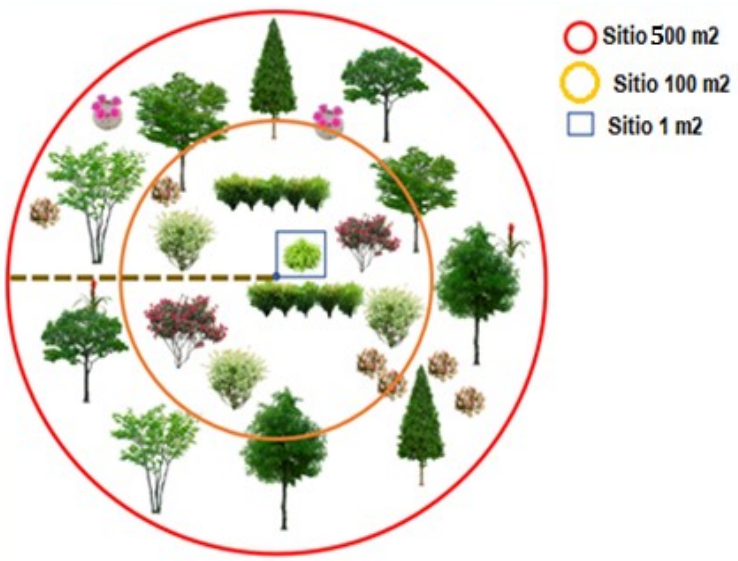


Imagen IV.1. Ejemplo sitio.

*Cabe mencionar que el tamaño del sitio no tiene que corresponder a la imagen anterior ya que solo es un ejemplo.

Se establecieron los siguientes sitios de muestreo por unidad de análisis:

SA

- Estrato arbóreo: Con radio de 12.64 m (500 m^2) = 3 sitios.
- Estrato arbustivo: Con radio de 5.64 m (100 m^2) = 3 sitios. Y un sitio de 1 m^2
- Estrato herbáceo: Sitio cuadrangular de 1 m^2 por lado) = 5 sitios.
- Estrato epífitas y/o cactáceas: Con radio de 12.64 m (500 m^2) = 3 sitios.

AI

- Estrato arbóreo: Con radio de 11.28 m (400 m^2) = 4 sitios.
- Estrato arbustivo: Con radio de 5.64 m (100 m^2) = 4 sitios.
- Estrato herbáceo: Sitio cuadrangular de 1 m^2 por lado) = 4 sitios.
- Estrato epífitas y/o cactáceas: Con radio de 11.28 m (400 m^2) = 4 sitios.

AP

- Estrato arbóreo: Con radio de 7.97 m (200 m^2) = 3 sitios.
- Estrato arbustivo: Con radio de 5.64 m (100 m^2) = 3 sitios.
- Estrato herbáceo: Sitio cuadrangular de 1 m^2 por lado) = 3 sitios.
- Estrato epífitas y/o cactáceas: Con radio de 7.97 m (200 m^2) = 3 sitios.

Imagen IV.2. Ubicación del sitio de muestreo.

Imagen IV.3. Ubicación del sitio de muestreo estrato herbáceo

Imagen IV.4. Ejemplo de la toma de datos en campo.

Para la identificación de especies florísticas, se tomaron fotografías de la botánica de los individuos (fuste, hojas, flor y fruto, en caso de estar presente), para esta actividad se utilizaron los siguientes materiales:

- Cámara fotográfica
- Formato para el registro fotográfico
- Lápiz
- Cinta métrica.
- Aerosol

Para el listado florístico del área propuesta para cambio de uso de suelo se consultaron referencias bibliográficas de los elementos florísticos que se encontrarían en la zona y los elementos florísticos dominantes, a continuación, se presenta la bibliografía consultada.

- ✓ Alvarado-Cárdenas L.O. 2008. Fascículo 65. Orobanchaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 57 p.
- ✓ Martínez-Pérez, Aniceto; López, Pedro Antonio; Gil-Muñoz, Abel; Cuevas-Sánchez, Jesús Axayácatl. 2012. Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la mixteca poblana, México. 73-98 pp.
- ✓ Rzedowski de G., Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed. Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 p.

✓ Rzedowski J., Calderón de Rzedowski G. 2004. Fascículo 124. Oleaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 42 p.

En este proyecto se conformó 1 brigada de 3 personas, las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO: _____

FECHA: RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN:

DATOS DEL SITIO

SUPERFICIE: _____ PROF. DEL SUELO: _____ HIDROLOGÍA: _____

PENDIENTE: _____ ASMN: _____ GRADO DE EROSIÓN: _____

EXPOSICIÓN: _____ TOPOGRAFÍA: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____

ROCOSIDAD: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____

INDIVIDUOS A REUBICAR PERTURBACIONES: _____

ESPECIES	Nº	COORDENADAS	
		NORTE	OESTE

COORDENADAS DEL CAMBIO DE USO: INICIO _____

FINAL _____

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES:

ESPECIE	CANTIDAD

OBSERVACIONES GENERALES: _____

COORDENADAS DEL SITISO:_____

DATOS DE LOS RECURSOS FORESTALES

ÁRBOLES				ARBUSTOS			HIERBAS	
ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	DN	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS	ALTURA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS

Imagen IV.5. Formato para la toma de datos dasométricos.

Muestreo

Con fundamento en el artículo 37 fracción III, inciso f, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la metodología del inventario forestal para cumplir con una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 15%, las áreas de cambio de uso de suelo, se levantaron 3 sitios en una superficie de 0.5109 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población y número de especies.

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[v]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[vi]).

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.

En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el área de cambio de uso de suelo fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.

E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% [Mostacedo y Fredericksen, 2000]).

t = Valor que se obtiene de las tablas "t de Student" con un 95 % de probabilidad y dos colas

N = Total de unidades muéstrales en toda la población.

CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

s = Desviación estándar

$\bar{x}$ Γ = Promedio

De acuerdo a un pre-muestreo realizado se muestra lo siguiente lo cual es un indicativo del numero de sitios minimo que se tienen que levantar dentro de cadaunidad de análisis:

SA

Cuadro IV.43. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	63
Bosque de mezquite	2	58
Bosque de mezquite	3	65
Promedio (ẋ)		62
VARIANZA		13
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		3.6056
Coeficiente de variación (CV)		5.8154
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		10
Total de sitios 95% (n=)		**3**

El objetivo de levantar sitios en el sistema ambiental es demostrar que no se afectara la biodiversidad y las especies de mantendrán en el SA.

Cuadro IV.44. Unidades muéstrales en toda la población.

Tipo de vegetación	Superficie para muestreo SA		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de mezquite	1.500	5,109.00	500	30

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n=\frac{t^2CV^2}{E^2+\frac{t^2CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n=\frac{4.3030^2*5.8154^2}{15^2+\frac{4.3030^2*5.8154^2}{10}}=2$$

De acuerdo con el resultado del modelo empleado, con dos unidades muestrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo. El muestreo representa una intensidad del 10%.

Cuadro IV.45. Intensidad de muestreo

IM		
HA	M^2	%
1.5	5,109	100
0.15	1,500	**10**

De acuerdo con lo anterior nos indica que con 3 sitios de muestreo seria suficiente a lo cual se levantaron 3 sitios de acuerdo a la indicación de los cuadros anteriores.

AI

Cuadro IV.46. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	70
Bosque de mezquite	2	65
Bosque de mezquite	3	75
Promedio (ẋ)		70
VARIANZA		25
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		5.0000
Coeficiente de variación (CV)		7.1429
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		30
Total de sitios 95% (n=)		**4**

El objetivo de levantar sitios en el área de influencia es demostrar que no se afectara la biodiversidad y las especies de mantendrán en el AI.

Cuadro IV.47. Unidades muéstrales en toda la población.

Tipo de vegetación	Superficie de para muestreo AI		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de	1.2000	12,000.00	400	30

mezquite				

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n=\frac{t^2CV^2}{E^2+\frac{t^2CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n=\frac{4.3030^2*7.1429^2}{20^2+\frac{4.3030^2*7.1429^2}{30}}=4$$

De acuerdo con el resultado del modelo empleado, con cuatro unidades muestrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo. El muestreo representa una intensidad del 10%.

Cuadro IV.48. Unidades muéstrales en toda la población.

IM		
HA	M^2	%
1.2	12,000	100
0.12	1,200	**10**

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con cuatro unidades muéstrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo.

AP

- **MUESTREO**

Muestreo aleatorio simple: el concepto básico de la muestra al azar; esto es cuando todos los miembros de la población tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra. Es decir, todos tienen la misma probabilidad de ser elegidos, la probabilidad existente para su aparición es la misma en todos los casos.

En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Con la finalidad de determinar si el muestreo realizado en el área de cambio de uso de suelo fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n=\frac{t^2CV^2}{E^2+\frac{t^2CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.

E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal en cuanto a arboles generalmente es del 20% [Mostacedo y Fredericksen, 2000]).

t = Valor que se obtiene de las tablas “t de Student” con un 95 % de probabilidad y dos colas.

N = Total de unidades muéstrales en toda la población.

CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\overline{x}}$$

Donde:

s = Desviación estándar.

$\overline{x}\ \Gamma$ = Promedio.

Cuadro IV.49. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	Parcelas muestreadas	Número de individuos registradas
Bosque de mezquite	1	57
Bosque de mezquite	2	57
Bosque de mezquite	3	62
Promedio (ẋ)		59
VARIANZA		8
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		2.8868
Coeficiente de variación (CV)		4.9206
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		15
N=		26
Total de sitios 95% (n=)		**2**

De acuerdo con la superficie total de cambio de uso de suelo (0.5109 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población de arbustos es de 26, considerando que cada unidad muestreada tuvo una superficie de 200 m².

Cuadro IV.50. Unidades muéstrales en toda la población.

Tipo de vegetación	Superficie de para muestreo Al		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de mezquite	0.5109	5,109.00	200	26

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n=\frac{4.3030^2*4.9206^2}{20^2+\frac{4.3030^2*4.9206^2}{26}}=2$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado con dos unidades muéstrales es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente representativo.

Con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual de las áreas de AP se realizaron los tres puntos de muestreo, resultando así una intensidad de muestreo del 12%.

Cuadro IV.51. Intensidad de muestreo.

IM		
HA	M^2	%
0.5	5,109	100
0.06	600	**12**

Sitios de muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo con sus respectivos planos por estratos:

SA

Cuadro IV.52. Coordenadas de muestreo Sistema ambiental.

Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	Arbóreo	500	672369	2042025
	Arbustivo	1	672475	2041826
	Arbustivo	100	672369	2042025
	Cactáceas y/o epífitas	500	672369	2042025
	Herbáceo	1	672368	2042020
	Herbáceo	1	672475	2041826
2	Arbóreo	500	672383	2042270
	Arbustivo	100	672383	2042270
	Cactáceas y/o epífitas	500	672383	2042270
	Herbáceo	1	672374	2042266
	Herbáceo	1	672376	2042270
3	Arbóreo	500	672341	2042161
	Arbustivo	100	672341	2042161
	Cactáceas y/o epífitas	500	672341	2042161
	Herbáceo	1	672340	2042166

AI

Cuadro IV.53. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo Área de influencia.

Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	Arbóreo	400	671188	2039805
	Arbustivo	100	671188	2039805
	Cactáceas y/o epífitas	400	671188	2039805
	Herbáceo	1	671188	2039805
2	Arbóreo	400	671166	2039843
	Arbustivo	100	671166	2039843
	Cactáceas y/o epífitas	400	671166	2039843

	Herbáceo	1	671166	2039843
3	Arbóreo	400	671205	2039855
	Arbustivo	100	671205	2039855
	Cactáceas y/o epífitas	400	671205	2039855
	Herbáceo	1	671205	2039855
4	Arbóreo	200	671199	2039879
	Arbustivo	100	671199	2039879
	Cactáceas y/o epífitas	200	671199	2039879
	Herbáceo	1	671197	2039875

AP

Cuadro IV.54. Coordenadas de los vértices del AP del polígono censado del estrato arbóreo y epífitas y/o cactáceas.

Sitio	Estrato	Tamaño del sitio (m^2)	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	Arbóreo	200	671112	2039818
	Arbustivo	100		
	Cactáceas y/o epífitas	200		
	Herbáceo	1		
2	Arbóreo	200	671152	2039781
	Arbustivo	100		2039781
	Cactáceas y/o epífitas	200		2039781
	Herbáceo	1		2039781
3	Arbóreo	200	671148	2039837
	Arbustivo	100		2039837
	Cactáceas y/o epífitas	200		2039837
	Herbáceo	1		2039837

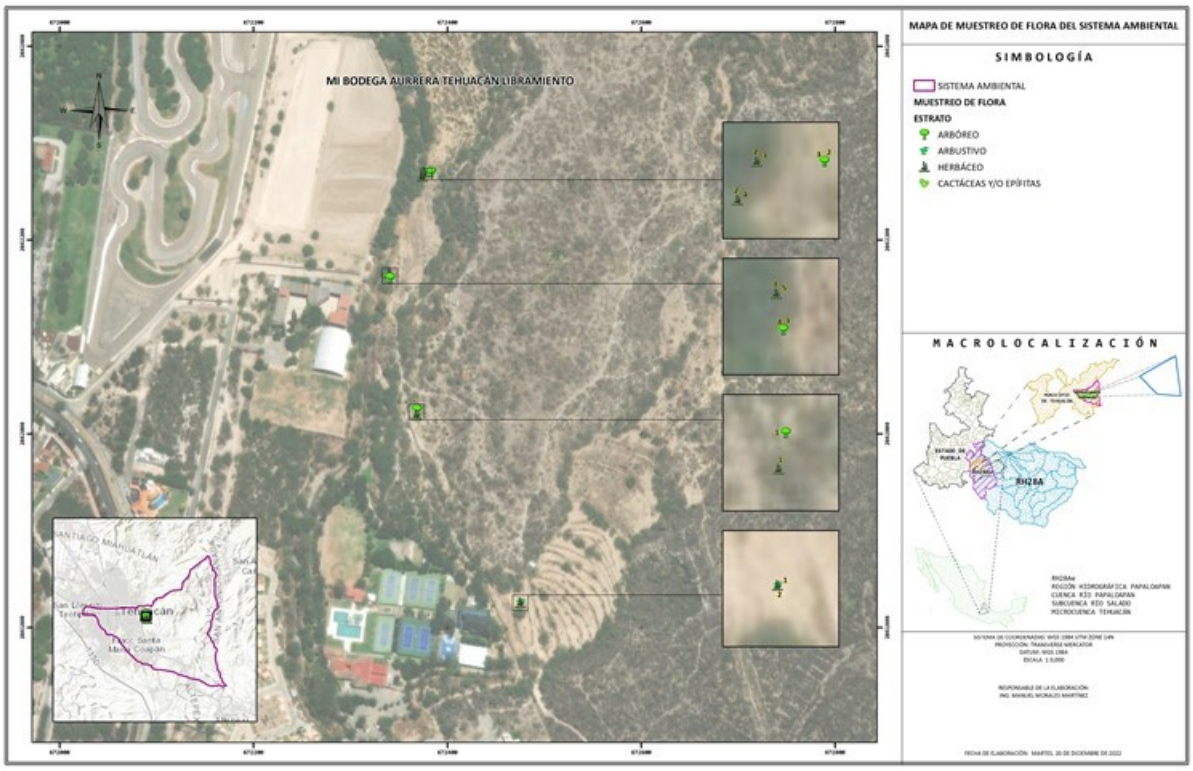


Figura IV.29. plano de sitios de muestreo, SA.

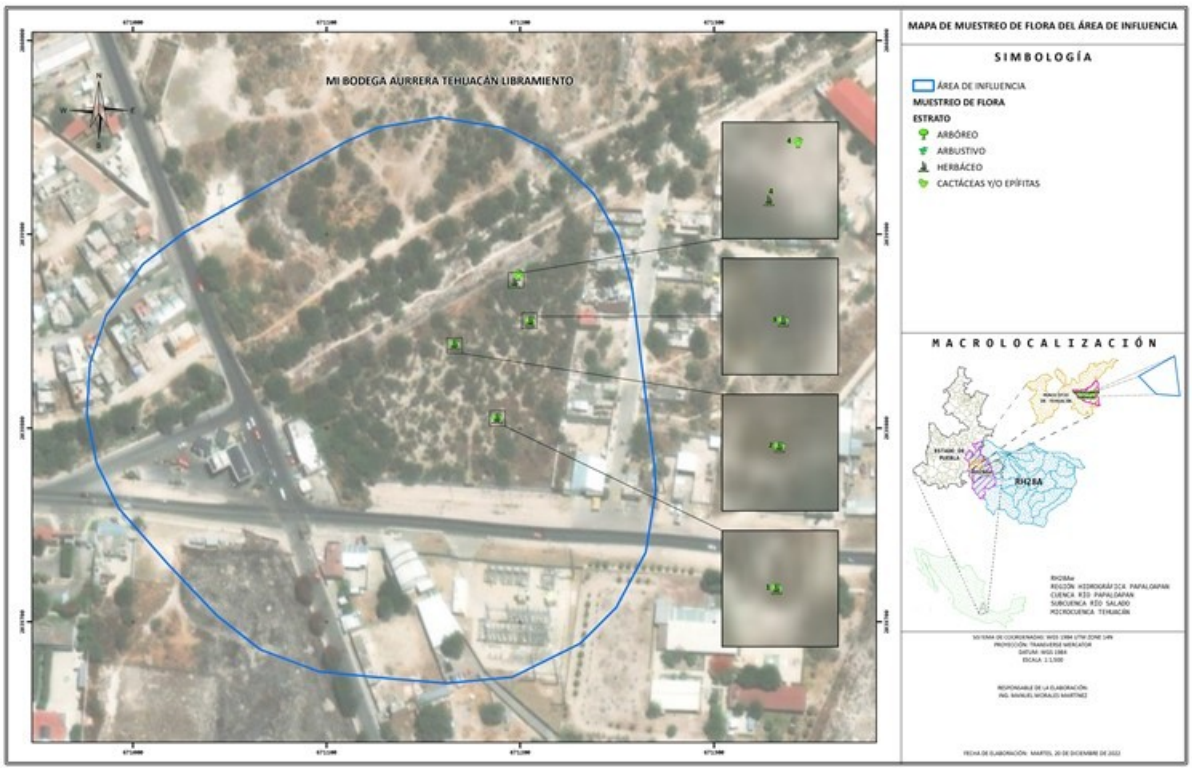


Figura IV.30. plano de sitios de muestreo IA.

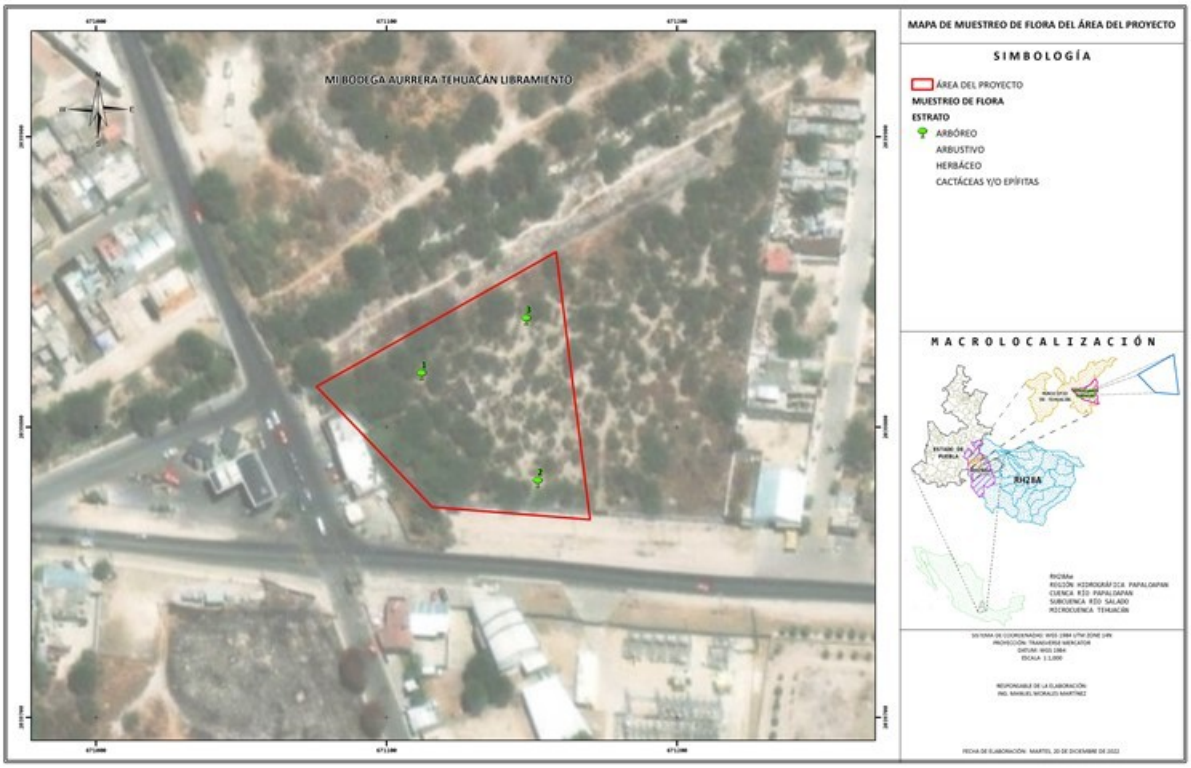


Figura IV.31. plano de sitios de muestreo AP.

Especies por sitios de muestreo

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

SA

Cuadro IV.55. Muestreo Sistema ambiental.

Sitio	Estrato	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	6
		Acacia	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
			Acacia pennatula	Huizache blanco	1
					2
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	18
					6
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	18
					2
		Megastigma	*Megastigma galeottii*	S/N	9
	Arbustivo	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	2
		Verbesina	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	10
	Cactáceas y/o epífitas	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1
		Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	50
		Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	22
		Mammillaria	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	2
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	85
		Pachycereus	*Pachycereus weberi*	Candelabro	4
	Herbáceo	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Chloris	*Chloris virgata*	Barbas de indio	10
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	4
2	Arbóreo	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	6
		Celtis	*Celtis pallida*	*Naranjillo*	13
					8
		Acacia	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	9
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	*Palo verde*	2
					1
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	*Mezquite*	18
					20
		Buddleja	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	7
					6
	Arbustivo	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	7
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	4
		Croton	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	11
		Ayenia	*Ayenia ovata*	S/N	5
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	409
		Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	35
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	34
			Opuntia tehuacana	Nopal	3
			Opuntia tomentosa	Nopal	36
		Pachycereus	*Pachycereus weberi*	Candelabro	1
	Herbáceo	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	1
3	Arbóreo	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	7
		Celtis	*Celtis pallida*	Naranjillo	1

Sitio	Estrato	Género	Especie	Nombre común	No. de individuos
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	1
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	2
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	24
					2
	Arbustivo	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	7
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	340
		Cylindropuntia	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	6
		Hylocereus	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	17
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	5
			Opuntia tomentosa	Nopal	11
	Herbáceo	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	3

AI

Cuadro IV.56. Especies presentes por sitio de muestreo en el Área de influencia.

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
1	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	Huizache	6
				11
				6
		Prosopis laevigata	Mezquite	23
				14
				19
	Arbustivo	sin individuos		
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	47
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	2
		Senna covesii	Ejotillo	1
		Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	1
		Loeselia coerulea	Huizizile morado	1
2	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	Huizache	4
		Prosopis laevigata	Mezquite	22
				14
				10
	Arbustivo	sin individuos		
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	67
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	2
		Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	6
		Loeselia coerulea	Huizizile morado	2
3	Arbóreo	*Celtis pallida*	Naranjillo	3
				2
		Leucaena esculenta	Guaje rojo	1
		Prosopis laevigata	Mezquite	81
				37
	Arbustivo	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	1
		Viguiera dentata	Chimalacate	38
		Lantana hirta	Oreganillo de monte	4

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	9
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	194
		Opuntia tomentosa	Nopal	16
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	3
4	Arbóreo	*Celtis pallida*	Naranjillo	2
		Acacia farnesiana	Huizache	4
		Prosopis laevigata	Mezquite	33
	Arbustivo	*Viguiera dentata*	Chimalacate	39
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	10
		Opuntia cochenillifera	Nopal chamacuero	11
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	15
		Opuntia tomentosa	Nopal	7
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	3
		Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la golondrina	3
		Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	2

AP

Cuadro IV.57. Especies presentes por sitio de muestreo del estrato arbustivo y herbácea.

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
ÁREA DEL PROYECTO	Arbóreo	*Celtis pallida*	Naranjillo	1
				1
		Acacia farnesiana	Huizache	2
				8
		Parkinsonia praecox	Palo verde	1
		Prosopis laevigata	Mezquite	1
				6
				11
				26
	Arbustivo	*Viguiera dentata*	Chimalacate	5
	Cactáceas y/o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	3
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	4
		Opuntia tomentosa	Nopal	8
	Herbáceo	*Chenopodium fremontii*	S/N	1
		Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	8
2	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
				1
		Parkinsonia praecox	Palo verde	1
				1
				20
		Prosopis laevigata	Mezquite	2
				31

Sitio	Estrato	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Arbustivo	*Viguiera dentata*	Chimalacate	33
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	18
		Opuntia tomentosa	Nopal	3
	Herbáceo	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	6
		Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	15
3	Arbóreo	*Acacia farnesiana*	Huizache	1
				10
		Prosopis laevigata	Mezquite	1
				4
				46
	Arbustivo	*Viguiera dentata*	Chimalacate	8
	Cactáceas y/o epífitas	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	3
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	19
		Opuntia tomentosa	Nopal	4
	Herbáceo	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	6

1. Diversidad de las comunidades

Listado florístico

Como resultado del muestreo se presenta el siguiente listado de flora, para este proyecto ninguna especie se encuentra presente en la NOM-059-SEMARNAT y en el CITES.

SA

Cuadro IV.58. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA

Estrato	FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	S/C	S/C
	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	S/C	S/C
	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	S/C	S/C
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	S/C	S/C
			Acacia pennatula	Huizache blanco	S/C	S/C
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	S/C	S/C
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	S/C	S/C
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	S/C	S/C
	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	S/C	S/C
		Verbesina	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	S/C	S/C
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	S/C	S/C
	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	S/C	S/C
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C	S/C
	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	S/C	S/C
	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	S/C	S/C
		Hylocereus	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	S/C	S/C
		Mammillaria	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	S/C	S/C
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	S/C	S/C
			Opuntia tehuacana	Nopal	S/C	S/C
			Opuntia tomentosa	Nopal	S/C	S/C
		Pachycereus	*Pachycereus weberi*	Candelabro	S/C	S/C
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	S/C	S/C
	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	S/C	S/C
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C

AI

Cuadro IV.59. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AI.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	S/C	S/C
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	S/C	S/C
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	S/C	S/C
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	S/C	S/C
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C	S/C
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	S/C	S/C
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	S/C	S/C
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	S/C	S/C
			Opuntia tomentosa	Nopal	S/C	S/C
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	S/C	S/C
	Fabaceae	*Senna*	*Senna covesii*	Ejotillo	S/C	S/C
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C
	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	S/C	S/C

AP

Cuadro IV.60. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	S/C	S/C
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	S/C	S/C
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	S/C	S/C
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	S/C	S/C
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	S/C	S/C
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	S/C	S/C
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	S/C	S/C
			Opuntia tomentosa	Nopal	S/C	S/C
Herbáceo	Chenopodiacea e	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	S/C	S/C
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	S/C	S/C
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C	S/C

Distribución

Para complementar la información acerca de las especies identificadas en las unidades de análisis, se consultó la distribución de las especies, resultando lo siguiente:

SA

Cuadro IV.61. Distribución de las especies presentes en el SA.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Arbóreo	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	Nativa
	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	Nativa
	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	Nativa
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	Nativa
			Acacia pennatula	Huizache blanco	Nativa
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	Nativa
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	Nativa
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa
	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	Nativa
	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	Nativa
		Verbesina	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	Nativa
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	Nativa
	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	Nativa
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Nativa
	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	Nativa
	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	Nativa
		Hylocereus	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	Nativa
		Mammillaria	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	Nativa
		Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Nativa
			Opuntia tehuacana	Nopal	Nativa
			Opuntia tomentosa	Nopal	Nativa
		Pachycereus	*Pachycereus weberi*	Candelabro	Nativa
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	Nativa
	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	Nativa
		Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa

Cuadro IV.62. Distribución de las especies presentes en el AI.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	Nativa
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	Nativa

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
		Leucaena	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	Nativa
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	Nativa
		Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	Nativa
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	Nativa
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Nativa
			Opuntia tomentosa	Nopal	Nativa
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	Nativa
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	Nativa
	Fabaceae	*Senna*	*Senna covesii*	Ejotillo	Nativa
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa
	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	Nativa

Cuadro IV.63. Distribución de las especies presentes en el AP.

Estrato	FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Arbóreo	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	Nativa
	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	Nativa
		Parkinsonia	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	Nativa
		Prosopis	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	Nativa
Cactáceas y/o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	Nativa
	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	Nativa
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Nativa
			Opuntia tomentosa	Nopal	Nativa
Herbáceo	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	Nativa
	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	Nativa
	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa

1. Caracterización de la vegetación

Estado de conservación

SA

El SA se ubica en una zona la cual se observa aún mantiene un grado de conservación la cual no está sujeta del todo a afectaciones ambientales debido a que se encuentra a menos de un kilómetro del área natural protegida Tehuacán-Cuicatlán, esto para la zona con vegetación de bosque de mezquite.

Imagen IV.6. Estado de conservación del área muestreada el SA

AI

El AI está sujeta a algunas presiones antropogénicas, que han modificado sus condiciones ambientales, como áreas de paso y crecimiento poblacional. Por las observaciones en campo, así como los resultados del análisis de la vegetación, se concluye, que el área se encuentra en un estado pobre con perturbación y con una diversidad baja ya que la mancha urbana se ha extendido dentro del área de influencia.

Imagen IV.7. Estado de conservación de las áreas del AI

Imagen IV.8. Estado de conservación de las áreas del AI

AP

El AP se ubica en una zona que tiene cambios constantes, está sujeta a muchas presiones antropogénicas, crecimiento de industria, áreas de paso y crecimiento poblacional. Por las observaciones en campo, así como los resultados del análisis de la vegetación, se concluye, que el área se encuentra en un estado pobre con perturbación y una diversidad baja, ya que es una zona fragmentada y urbanizada.

Imagen IV.9. Estado de conservación de las áreas del AP

Análisis de diversidad de la vegetación

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

Cálculo de riqueza específica, abundancia relativa e índice de Shannon–Wiener de las especies de flora

La riqueza específica es la forma sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. En los siguientes cuadros se muestran las riquezas específicas presentes en las unidades de análisis.

SA

Cuadro IV.64. Riqueza específica de flora en el área del AP.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
SA	Arbóreo	6	9	10
	Arbustivo	4	6	6
	Herbáceo	2	3	3
	Epifitas y cactáceas	3	7	9
TOTAL		**15**	**25**	**28**

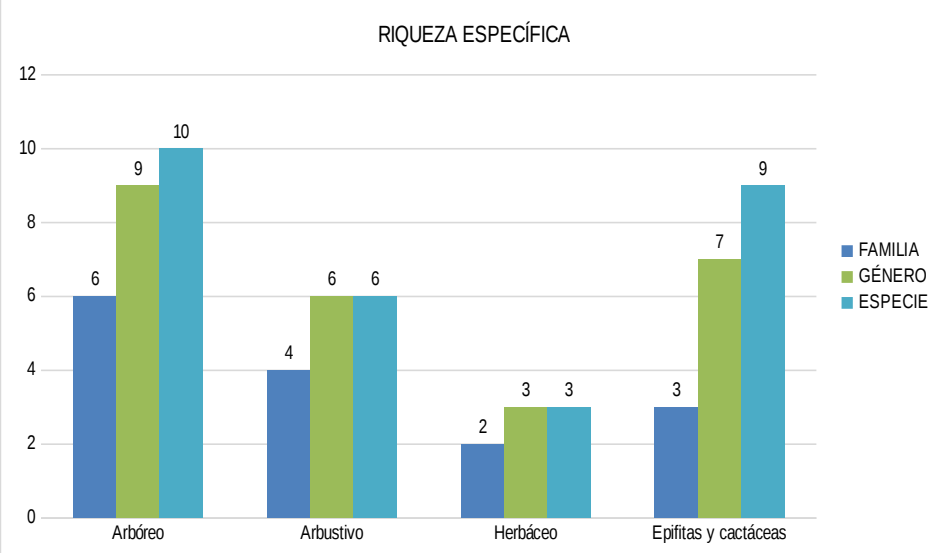


Figura IV.32. Riqueza especifica por estrato

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato arbóreo con un total de 10 especies, seguido por el estrato epífitas y/o cactáceas con 9 especies, mientras que el más bajo es el estrato herbáceo con solo 3 especies.

AI

Cuadro IV.65. Riqueza específica de flora en el área del AI

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
CUSTF	Arbóreo	2	4	4
	Arbustivo	1	2	2
	Herbáceo	5	5	5
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**10**	**13**	**15**

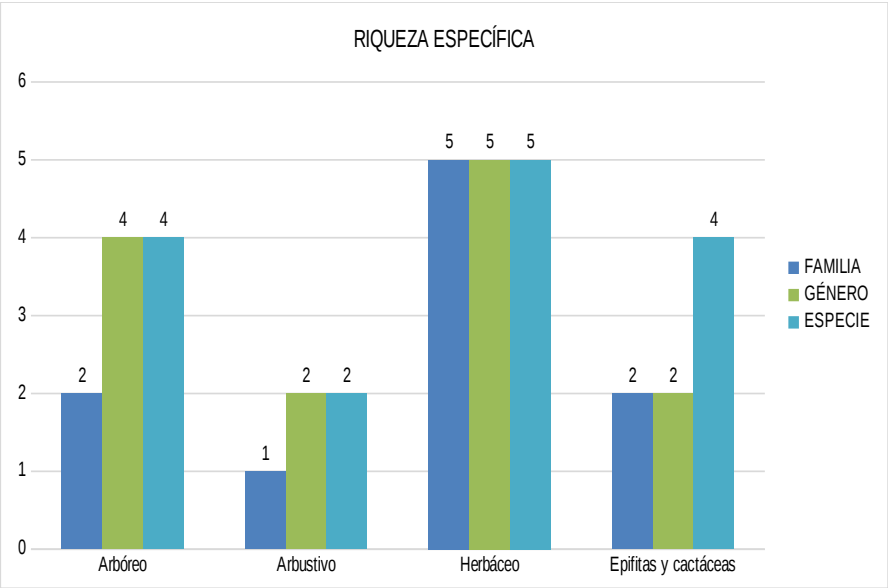


Figura IV.33. Riqueza especifica por estrato

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato herbáceo con un total de 5 especies, seguido por el estrato epífitas y/o cactáceas junto al estrato arbóreo con 4 especies, mientras que el más bajo es el estrato arbustivo con 2 especies.

AP

Cuadro IV.66. Riqueza específica de flora en el área del AP.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
ÁREA DEL PROYECTO	Arbóreo	2	4	4
	Arbustivo	1	1	1
	Herbáceo	3	3	3
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**8**	**10**	**12**

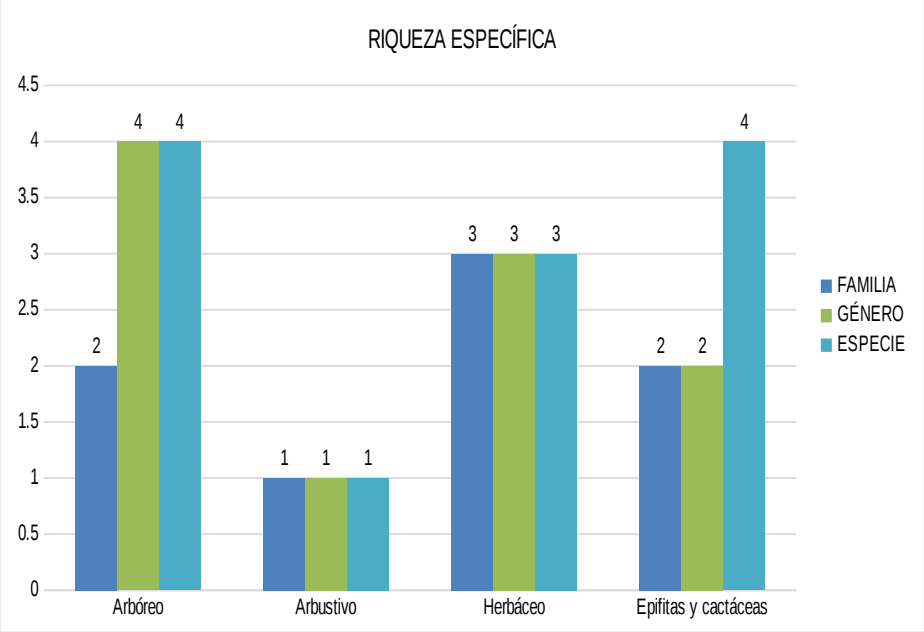


Figura IV.34. Riqueza especifica por estrato.

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato arbóreo junto al perteneciente de epífitas y/o cactáceas con un total de 4 especies respectivamente, seguido por el estrato herbáceo con 3 especies, mientras que el más bajo es el estrato arbustivo con solo una especie.

Para los índices de Shannon-Wiener, Simpson y el índice de importancia relativa es importante conocer el número de individuos presentes en el área del proyecto por ende se presentan los siguientes cuadros:

Número de individuos por unidad de superficie (hectárea) y total

SA

Cuadro IV.67. Individuos por hectárea y totales en el SA.

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	40	**60**
2	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	47	**70**
3	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	187	**280**
4	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	7	**10**
5	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	80	**120**
6	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	7	**10**
7	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	193	**290**
8	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	560	**840**
9	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	60	**90**
10	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	87	**130**
Total					**1,267**	**1,900**

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL						
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	175	**263**
2	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	250	**375**
3	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	100	**150**
4	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	275	**413**
5	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	5,125	**7,688**
6	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	175	**263**
Total					**6,100**	**9,150**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	10,000	**15,000**
2	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	20,000	**30,000**
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	10,000	**15,000**
Total					**40,000**	**60,000**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	7	**10**
2	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	5,327	**7,990**
3	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	420	**630**
4	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	113	**170**
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	13	**20**
6	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	827	**1,240**
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	20	**30**
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	313	**470**
9	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	33	**50**
Total					**7,073**	**10,610**

AI

Cuadro IV.68. Individuos por hectárea y totales en el AI.

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	56	**79**

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA						
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	219	**306**
3	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	6	**9**
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1,788	**2,503**
Total					**2,069**	**2,896**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	25	**35**
2	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,925	**2,695**
3	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	100	**140**
Total					**2,050**	**2,870**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N	25,000	**35,000**
2	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	22,500	**31,500**
3	Fabaceae	Senna	*Senna covesii*	Ejotillo	2,500	**3,500**
4	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	7,500	**10,500**
5	Polemoniaceae	Loeselia	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	7,500	**10,500**
Total					**65,000**	**91,000**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	181	**254**
2	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	138	**193**
3	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,113	**2,958**
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal	188	**263**
Total					**2,619**	**3,666**

AP

Cuadro IV.69. Individuos por hectárea y totales en el AP

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO						
ESTRATO ARBÓREO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	33	**17**
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	383	**196**
3	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	383	**196**

INDIVIDUOS PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO						
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2,133	**1,090**
Total					**2,933**	**1,499**
ESTRATO ARBUSTIVO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	1,533	**783**
Total					**1,533**	**783**
ESTRATO HERBÁCEO						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	3,333	**1,703**
2	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	40,000	**20,436**
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	76,667	**39,169**
Total					**120,000**	**61,308**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	50	**26**
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	50	**26**
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	683	**349**
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	250	**128**
Total					**1,033**	**528**

Índice Simpson

Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, el índice de Simpson también conocido como como índice de diversidad de especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que nos permite medir la riqueza de organismos.

A medida que el índice incrementa, la diversidad decrece, por ello el índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, por lo cual entre más aumente el valor uno, la diversidad disminuye.

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.

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/S).

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 a 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.

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.

El índice de Simpson de dominancia D=p^2 estima si en un área determinada hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado les dé importancia a las especies muy abundantes y por lo tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma en índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. A continuación, se muestra el cálculo del índice de Simpson para cada uno de los estratos en el orden arbóreo, arbustivo, herbáceo.

SA

Cuadro IV.70. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson 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	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	60	0.0316	0.0010
2	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	70	0.0368	0.0014
3	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	280	0.1474	0.0217
4	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	10	0.0053	0.0000
5	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	120	0.0632	0.0040
6	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	10	0.0053	0.0000
7	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	290	0.1526	0.0233
8	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	840	0.4421	0.1955
9	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	90	0.0474	0.0022
10	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	130	0.0684	0.0047
10	**Total**				**1,900**	**1**	**0.2538**
						I. Simpson λ	**0.7462**
						Dominancia	**0.2538**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	263	0.03	0.0008
2	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	375	0.04	0.0017
3	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	150	0.02	0.0003
4	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	413	0.05	0.0020
5	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	7,688	0.84	0.7059
6	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	263	0.03	0.0008
6	**Total**				**9,150**	**1**	**0.7115**
						I. Simpson λ	**0.2885**
						Dominancia	**0.7115**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	15,000	0.2500	0.0625
2	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	30,000	0.5000	0.2500
3	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	15,000	0.2500	0.0625
3	**Total**				**60,000**	**1**	**0.3750**
						I. Simpson λ	**0.6250**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	10	0.0009	0.0000
2	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	7,990	0.7531	0.5671
3	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	630	0.0594	0.0035
4	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	170	0.0160	0.0003
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	20	0.0019	0.0000
6	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,240	0.1169	0.0137
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	30	0.0028	0.0000
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	470	0.0443	0.0020
9	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	50	0.0047	0.0000
9	**Total**				**10,610**	**1**	**0.5865**
						I. Simpson λ	**0.4135**
						Dominancia	**0.5865**

En el sistema ambiental el índice de Simpson nos indica que;

En el estrato arbóreo se presenta un valor de 0.7462 lo cual nos indica una diversidad alta teniendo una dominancia baja con un valor de 0.2538 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato tienen equilibrio y que se aprovechan de forma uniforme, para el estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.2885 lo cual nos indica que existe una baja diversidad y se tiene una dominancia de 0.7115 esto nos indica que existe una especie la cual saca provecho de las condiciones y obtiene un mayor recurso que otras especies, en el estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.6250 lo cual nos indica una diversidad media y una dominancia de 0.0.3750, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifita tiene un índice de Simpson de 0.4135 interpretando esto como una diversidad media y una dominancia de 0.5865 esto hace referencia a que las especies existentes presentan una dominancia sobre otras.

En conclusión, con el índice de Simpson se tiene que a excepción del estrato arbóreo ningún otro estrato alcanza una diversidad alta y estos presentan una diversidad media o baja y en este ultimo la dominancia es superior a la diversidad teniendo que algunas especies aprovechan de una manera mejor los recursos energéticos.

AI

Cuadro IV.71. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson AI.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	79	0.0272	0.0007
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	306	0.1057	0.0112
3	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	9	0.0030	0.0000
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2503	0.8640	0.7466
4	**Total**				**2,896**	**1**	**0.7585**
						I. Simpson λ	**0.2415**
						Dominancia	**0.7585**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	35	0.01	0.0001
2	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	2,695	0.94	0.8818
3	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	140	0.05	0.0024
3	**Total**				**2,870**	**1**	**0.8843**
I. Simpson λ							**0.1157**
Dominancia							**0.8843**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	35,000	0.3846	0.1479
2	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	31,500	0.3462	0.1198
3	Fabaceae	*Senna*	*Senna covesii*	Ejotillo	3,500	0.0385	0.0015
4	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	10,500	0.1154	0.0133
3	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	10,500	0.1154	0.0133
5	**Total**				**91,000**	**1**	**0.2959**
I. Simpson λ							**0.7041**
Dominancia							**0.2959**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	254	0.0692	0.0048
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	193	0.0525	0.0028
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,958	0.8067	0.6507
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	263	0.0716	0.0051
4	**Total**				**3,666**	**1**	**0.6634**
I. Simpson λ							**0.3366**
Dominancia							**0.6634**

En el área de influencia el índice de Simpson nos indica que;

En el estrato arbóreo existe un valor de 0.2415 lo cual nos indica una baja diversidad teniendo una dominancia alta con un valor de 0.7585 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato están siendo mejor aprovechados por una especie la cual tiene un mayor número de in dividuos para el estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.1157 lo cual nos indica que existe baja diversidad y se tiene una dominancia alta con un valor de 0.8843, en el estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.7041 lo cual nos indica una diversidad alta y una dominancia de 0.2959, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifitas el cual presenta un índice de Simpson de 0.3366 interpretando esto como una diversidad baja y una dominancia alta con un valor de 0.6634 esto hace referencia a que las especies existentes presentan una dominancia sobre otras.

En conclusión, con el índice de Simpson podemos afirmar que dentro de tres de los cuatro estratos tienen una diversidad baja y presentan una dominancia alta a excepto del estrato herbáceo siendo el único que presenta una diversidad alta.

AP

Cuadro IV.72. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson 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	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0114	0.0001
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.1307	0.0171
3	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.1307	0.0171
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.7273	0.5289
4	**Total**				**1,499**	**1**	**0.5632**
						I. Simpson λ	**0.4368**
						Dominancia	**0.5632**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	783	1.0000	1.0000
1	**Total**				**783**	**1**	**1.0000**
						I. Simpson λ	**0.0000**
						Dominancia	**1.0000**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	1,703	0.0278	0.0008
2	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,436	0.3333	0.1111
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	39,169	0.6389	0.4082
3	**Total**				**61,308**	**1**	**0.5201**
						I. Simpson λ	**0.4799**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
						Dominancia	0.5201
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	$p(i)^2$
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	26	0.0484	0.0023
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	0.0484	0.0023
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	0.6613	0.4373
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	0.2419	0.0585
4	**Total**				**528**	**1**	**0.5005**
						I. Simpson λ	**0.4995**
						Dominancia	**0.5005**

En el área del proyecto el índice de Simpson nos indica que;

Dentro del estrato arbóreo el índice de Simpson es de 0.4368 lo cual nos indica una diversidad media teniendo una dominancia media con un valor de 0.0.5632 esto es un indicativo que los recursos energéticos dentro de este estrato tiene un "equilibrio", para el estrato de arbustos el valor del índice de Simpson es de 0.00 lo cual nos indica que no existe diversidad y se tiene una completa dominancia de la especie *Viguiera dentata*, en el estrato herbáceo se tiene una diversidad de 0.4799 lo cual nos indica una diversidad media y una dominancia de 0.5201, por último se tiene el estrato perteneciente a cactáceas y/o epifitas, el cual tiene un índice de Simpson de 0.4995 interpretando esto como una diversidad media y una dominancia de 0.5005 esto hace referencia a que las especies existentes presentan una dominancia sobre otras.

En conclusión, con el índice de Simpson se tiene que ningún estrato alcanza una diversidad alta más aun en todos los estratos la dominancia es superior a la diversidad teniendo que algunas especies aprovechan de una manera mejor los recursos energéticos.

Índice de riqueza de (Shannon – Wiener).

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. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a 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.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * \ln Pi$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

A continuación, se muestra el índice de Shannon Wiener en las áreas del SA, AI Y AP.

SA

Cuadro IV.73. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener 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	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	60	0.0316	-3.4553	-0.1091
2	Asparagaceae	*Yucca*	*Yucca periculosa*	Izote	70	0.0368	-3.3011	-0.1216
3	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	280	0.1474	-1.9148	-0.2822
4	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	10	0.0053	-5.2470	-0.0276
5	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	120	0.0632	-2.7621	-0.1744
6	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	10	0.0053	-5.2470	-0.0276
7	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	290	0.1526	-1.8797	-0.2869
8	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	840	0.4421	-0.8162	-0.3608
9	Rutaceae	*Megastigma*	*Megastigma galeottii*	S/N	90	0.0474	-3.0498	-0.1445
10	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	130	0.0684	-2.6821	-0.1835
10	**Total**				**1,900**	**1**	-	**-1.7183**
							I. Shannon H	**1.7183**
							Máxima diversidad del ecosistema H' Max =	**2.3026**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.7463**
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	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	263	0.0287	-3.5513	-0.1019
2	Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina neotenoriensis*	Chimalacate	375	0.0410	-3.1946	-0.1309

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
3	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	150	0.0164	-4.1109	-0.0674
4	Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton ciliato-glanduliiferus*	Solemancillo	413	0.0451	-3.0993	-0.1397
5	Stericuliaceae	*Ayenia*	*Ayenia ovata*	S/N	7,688	0.8402	-0.1742	-0.1463
6	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	263	0.0287	-3.5513	-0.1019
6	**Total**				**9,150**	**1**	-	**-0.6881**
							I. Shannon H	**0.6881**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.7918**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.3840**

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	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	15,000	0.2500	-1.3863	-0.3466
2	Poaceae	*Chloris*	*Chloris virgata*	Barbas de indio	30,000	0.5000	-0.6931	-0.3466
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	15,000	0.2500	-1.3863	-0.3466
3	**Total**				**60,000**	**1**	-	**-1.0397**
							I. Shannon H	**1.0397**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.9464**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Asparagaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	10	0.0009	-6.9670	-0.0066
2	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	7,990	0.7531	-0.2836	-0.2136
3	Cactaceae	*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	630	0.0594	-2.8238	-0.1677
4	Cactaceae	*Hylocereus*	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	170	0.0160	-4.1338	-0.0662
5	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	20	0.0019	-6.2738	-0.0118
6	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,240	0.1169	-2.1467	-0.2509
7	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tehuacana*	Nopal	30	0.0028	-5.8684	-0.0166
8	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	470	0.0443	-3.1168	-0.1381
9	Cactaceae	*Pachycereus*	*Pachycereus weberi*	Candelabro	50	0.0047	-5.3575	-0.0252
9	**Total**				**10,610**	**1**	-	**-0.8967**
							I. Shannon H	**0.8967**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.1972**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.4081**

El índice de Shannon-Wiener, en el sistema ambiental arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 1.7183 esto nos indica que el área está en un estado pobre de conservación con una diversidad baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 2.3026, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad media con un estado moderado de conservación para el estrato arbustivo teniendo un valor de 0.6881 nos indica que el estado de conservación es pobre con perturbación y que la diversidad es muy baja teniendo que lo máximo que puede alcanzar es un valor de 1.7918 teniendo así un estado pobre con perturbación y una diversidad baja. Dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.0397 lo cual nos indica que se encuentra en un estado pobre de conservación y baja va diversidad de igual forma el máximo en diversidad y conservación que pudiese alcanzar es de 1.0986 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es muy malo al igual que su diversidad teniendo un valor de 0.8967 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 2.1972 lo cual dejaría este estrato en un estado de conservación moderado con una diversidad media.

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el área de CUSTF se encuentra en un estado de mala conservación con una diversidad muy baja esto nos confirma que este lugar ya ha sido impactado por diversos factores los cuales hacen que exista una degradación ambiental en el área.

AI

Cuadro IV.74. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener AI.

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	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	79	0.0272	-3.6049	-0.0980
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	306	0.1057	-2.2468	-0.2376
3	Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	9	0.0030	-5.8021	-0.0175
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2503	0.8640	-0.1461	-0.1263
4	**Total**				**2,896**	**1**	-	**-0.4794**
							I. Shannon H	**0.4794**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.3458**
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	Asteraceae	*Montanoa*	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	35	0.0122	-4.4067	-0.0537
2	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	2,695	0.9390	-0.0629	-0.0591
3	Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana hirta*	Oreganillo de monte	140	0.0488	-3.0204	-0.1473
3	**Total**				**2,870**	**1**	-	**-0.2602**
							I. Shannon H	**0.2602**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.2368**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								

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	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	35,000	0.3846	-0.9555	-0.3675
2	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	31,500	0.3462	-1.0609	-0.3672
3	Fabaceae	*Senna*	*Senna covesii*	Ejotillo	3,500	0.0385	-3.2581	-0.1253
4	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	10,500	0.1154	-2.1595	-0.2492
3	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	10,500	0.1154	-2.1595	-0.2492
5	**Total**				**91,000**	**1**	-	**-1.3584**
							I. Shannon H	**1.3584**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.6094**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8440**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	254	0.0692	-2.6706	-0.1848
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	193	0.0525	-2.9468	-0.1547
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,958	0.8067	-0.2148	-0.1733
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	263	0.0716	-2.6367	-0.1888
4	**Total**				**3,666**	**1**	-	**-0.7016**
							I. Shannon H	**0.7016**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.5061**

El índice de Shannon-Wiener, en el área de influencia arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.4794 esto nos indica que el área está en un mal estado de conservación con una diversidad muy baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 1.3863, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad baja con un estado de pobre de conservación y con perturbación para el estrato arbustivo teniendo un valor de 0.2602 nos indica que el estado de conservación es muy malo y que la diversidad es muy baja a su vez otro valor que nos da para este estrato es la máxima que puede alcanzar siendo 1.0986 lo cual deja a este estrato en un mal estado de conservación y una baja diversidad, posteriormente dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 1.3584 lo cual nos indica que se encuentra en un estado pobre de conservación y baja diversidad de igual forma el máximo en diversidad y conservación que pudiese alcanzar es de 1.6094 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es pobre con perturbación y una diversidad baja teniendo un valor de 0.7016 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 1.3863 lo cual aún lo mantendría en un estado pobre de conservación con una baja diversidad.

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el área de CUSTF se encuentra en un estado de mala conservación con una diversidad muy baja esto nos confirma que este lugar ya ha sido impactado por diversos factores los cuales hacen que exista una degradación ambiental en el área.

AP

Cuadro IV.75. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener 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	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0114	-4.4773	-0.0509
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.1307	-2.0350	-0.2659
3	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.1307	-2.0350	-0.2659
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.7273	-0.3185	-0.2316
4	**Total**				**1,499**	**1**	-	**-0.8144**
							I. Shannon H	**0.8144**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.5874**
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	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	783	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**783**	**1**	-	**0.0000**
							I. Shannon H	**0.0000**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**0.0000**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.0000**
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	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium fremontii*	S/N	1,703	0.0278	-3.5835	-0.0995
2	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,436	0.3333	-1.0986	-0.3662
3	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	39,169	0.6389	-0.4480	-0.2862
3	**Total**				**61,308**	**1**	-	**-0.7520**
							I. Shannon H	**0.7520**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.6845**
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	26	0.0484	-3.0285	-0.1465
2	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	0.0484	-3.0285	-0.1465

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	0.6613	-0.4136	-0.2735
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	0.2419	-1.4191	-0.3433
4	**Total**				**528**	**1**	-	**-0.9099**
							I. Shannon H	**0.9099**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.6564**

El índice de Shannon-Wiener, en el área del proyecto arrojo los siguientes datos;

Para el estrato arbóreo se tiene un valor de 0.8144 esto nos indica que el área está en un mal estado de conservación con una diversidad muy baja así mismo la diversidad máxima que se puede encontrar en este estrato es de 1.3863, lo cual es indicativo que el área ya tiene un problema en cuanto al estado de conservación ya que su máximo sería una diversidad baja con un estado de pobre de conservación y con perturbación para el estrato arbustivo teniendo un valor de 0.00 nos indica que el estado de conservación es nulo y que la diversidad en nula y este estrato presenta un estado alto de perturbación a su vez que dentro del estrato de herbáceas el valor obtenido es 0.7520 lo cual nos indica que se encuentra en un mal estado de conservación de igual forma el máximo en diversidad y conservación que pudiese alcanzar es de 1.0986 lo cual sigue dejando este estrato con un estado pobre de conservación y con perturbación forma para el estrato de cactáceas y/o epifitas el estado de conservación es muy malo al igual que su diversidad teniendo un valor de 0.9099 y un valor máximo de diversidad que pudiera alcanzar este estrato es de 1.3863 lo cual aún lo mantendría en un estado pobre de conservación con una baja diversidad.

De acuerdo a lo evaluado con el índice de Shannon-Wiener, en promedio el área de CUSTF se encuentra en un estado de mala conservación con una diversidad muy baja esto nos confirma que este lugar ya ha sido impactado por diversos factores los cuales hacen que exista una degradación ambiental en el área.

Valor de importancia

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, CO2, 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.

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. Reportada por Edwards et. Al. (1993) como:

$$Dr(\%) = \frac{\text{DaS}}{\text{DaT}} * 100$$

Donde:

Dr (%): Dominancia relativa

DaS: Dominancia absoluta por especie

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Nota: el área basal se usó para las especies del estrato arbóreo, mientras que para los demás estratos se usó la sumatoria de las frecuencias de cada especie, es decir, se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

DaT: Dominancia absoluta de todas las especies

Densidad

Franco et al. (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

La densidad relativa reportada por Edwards et. Al. (1993) se describe como: la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

Donde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Frecuencia

Frecuencia según Franco et al. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

La fórmula general de la frecuencia relativa

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

El índice de valor de importancia se calculó para los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas), a continuación, se presentan los resultados, los análisis y conclusiones de los resultados obtenidos.

SA

Cuadro IV.76. Índice de Valor de Importancia SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Area basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Schinus molle*	Pirul	60	0.0756	0.0504	8.1636	40	3.16	2	3	0.7	10	20.8
2	*Yucca periculosa*	Izote	70	0.0522	0.0348	5.6289	47	3.68	2	3	0.7	10	18.8
3	*Celtis pallida*	Naranjillo	280	0.0053	0.0036	0.5765	187	14.74	3	3	1.0	14	29.6
4	*Acacia farnesiana*	Huizache	10	0.0000	0.0000	0.0000	7	0.53	1	3	0.3	5	5.3
5	*Acacia pennatula*	Huizache blanco	120	0.0027	0.0018	0.2903	80	6.32	2	3	0.7	10	16.1
6	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	10	0.0452	0.0302	4.8829	7	0.53	2	3	0.7	10	14.9
7	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	290	0.0492	0.0328	5.3068	193	15.26	3	3	1.0	14	34.9
8	*Prosopis laevigata*	Mezquite	840	0.6959	0.4640	75.1172	560	44.21	3	3	1.0	14	133.6
9	*Megastigma galeottii*	S/N	90	0.0000	0.0000	0.0000	60	4.74	1	3	0.3	5	9.5
10	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	130	0.0003	0.0002	0.0339	87	6.84	2	3	0.7	10	16.4
10	**Σ**		**1,900**	**0.9265**	**1**	**100**	**1,267**	**100**	**21**	**-**	**7**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Montanoa tomentosa*	*Zoapatle*	263	7	0.152	15	175	2.87	1	4	0.25	14.3	32.371958
2	*Verbesina neotenoriensis*	*Chimalacate*	375	10	0.217	22	250	4.10	1	4	0.25	14.3	40
3	*Viguiera dentata*	*Chimalacate*	150	4	0.087	9	100	1.64	1	4	0.25	14.3	25
4	*Croton ciliato-glanduliiferus*	*Solemancillo*	413	11	0.239	24	275	4.51	1	4	0.25	14.3	43
5	*Ayenia ovata*	*S/N*	7688	7	0.152	15	5,125	84.02	2	4	0.50	28.6	128
6	*Lantana hirta*	*Oreganillo de monte*	263	7	0.152	15	175	2.87	1	4	0.25	14.3	32

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
6	**Σ**		**9,150**	**46**	**1**	**100**	**6,100**	**100**	**-**	**24**	**2**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Chenopodium fremontii*	S/N	15,000	5	0.25	25	10,000	25	3	5	0.60	50.0	100.00
2	*Chloris virgata*	Barbas de indio	30,000	10	0.50	50	20,000	50	1	5	0.20	16.7	116.67
3	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	15,000	5	0.25	25	10,000	25	2	5	0.40	33.3	83.33
3	**Σ**		**60,000**	**20**	**1**	**100**	**40,000**	**100**	**6**	**-**	**1**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	10	1	0.00	0	7	0	1	3	0.33	5	5
2	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	7,990	799	0.75	75	5,327	75	3	3	1.00	15	166
3	*Cylindropuntia pubescens*	Chile de perro	630	63	0.06	6	420	6	3	3	1.00	15	27
4	*Hylocereus undulatus*	Pitahaya	170	17	0.02	2	113	2	2	3	0.67	10	13
5	*Mammillaria carnea*	Bizanaga lechuda	20	2	0.00	0	13	0	1	3	0.33	5	5
6	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1,240	124	0.12	12	827	12	3	3	1.00	15	38
7	*Opuntia tehuacana*	Nopal	30	3	0.00	0	20	0	2	3	0.67	10	11
8	*Opuntia tomentosa*	Nopal	470	47	0.04	4	313	4	3	3	1.00	15	24
9	*Pachycereus weberi*	Candelabro	50	5	0.00	0	33	0	2	3	0.67	10	11
9	**Σ**		**10,610**	**1,061**	**1**	**100**	**7,073**	**100**	**20**	**-**	**7**	**100**	**300**

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el sistema ambiental para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 13362 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Parkinsonia praecox* con 34.9 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este

tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato arbustivo se tiene que la especie que presenta un mayor valor es Ayenia ovata con 128 teniendo que esta especie es la que mayor número de individuos presenta para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es Chloris virgata con un 116.67 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es *Tailandsia recurvata* con un 166 esto nos indica que para este estrato es la que mayor dominancia presenta y por lo tanto la que aprovecha mejor los recursos en este estrato.

AI

Cuadro IV.77. Índice de Valor de Importancia AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	Especie	Nombre común	n	Area basal	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Celtis pallida*	Naranjillo	79	0.0005	0.0003	0.1034	56	2.72	2	4	0.5	20	22.8
2	*Acacia farnesiana*	Huizache	306	0.0326	0.0233	7.1443	219	10.57	3	4	0.8	30	47.7
3	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	9	0.0013	0.0009	0.2756	6	0.30	1	4	0.3	10	10.6
4	*Prosopis laevigata*	Mezquite	2503	0.4216	0.3012	92.4768	1,788	86.40	4	4	1.0	40	218.9
4	**Σ**		**2,896**	**0.4560**	**0**	**100**	**2,069**	**100**	**10**	**-**	**3**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Montanoa tomentosa*	*Zoapatle*	35	1	0	1	25	1.22	1	4	0.25	25.0	27
2	*Viguiera dentata*	*Chimalacate*	2695	77	1	94	1,925	93.90	2	4	0.50	50.0	238
3	*Lantana hirta*	*Oreganillo de monte*	140	4	0	5	100	4.88	1	4	0.25	25.0	35
3	**Σ**		**2,870**	**82**	**1**	**100**	**2,050**	**100**	**-**	**12**	**1**	**100**	**300**
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Chenopodium fremontii*	S/N	35,000	10	0.38	38	25,000	38	4	4	1.00	36.4	113.29
2	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la	31,50	9	0.35	35	22,500	35	2	4	0.50	18.2	87.41

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
		golondrina	0										
3	*Senna covesii*	Ejotillo	3,500	1	0.04	4	2,500	4	1	4	0.25	9.1	16.78
4	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	10,500	3	0.12	12	7,500	12	2	4	0.50	18.2	41.26
3	*Loeselia coerulea*	Huizizile morado	10,500	3	0.12	12	7,500	12	2	4	0.50	18.2	41.26
5	**Σ**		**91,000**	**26**	**1**	**100**	**65,000**	**100**	**11**	**-**	**3**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	254	19	0.05	5	181	7	2	4	0.50	22	34
2	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	193	11	0.03	3	138	5	1	4	0.25	11	19
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2,958	323	0.86	86	2,113	81	4	4	1.00	44	211
4	*Opuntia tomentosa*	Nopal	263	23	0.06	6	188	7	2	4	0.50	22	35
4	**Σ**		**3,666**	**376**	**1**	**100**	**2,619**	**100**	**9**	**-**	**2**	**100**	**300**

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el área de influencia para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 218.9 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Acacia farnesiana* con 47.7 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato arbustivo se tiene que la especie que presenta un mayor valor es *Viguiera dentata* con 238 dado que presenta un mayor número de individuos para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es *Chenopodium fremontii* con un 113.29 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es *Opuntia streptacantha* con un 211 esto nos indica que para este estrato es la que mayor dominancia presenta y por lo tanto la que aprovecha mejor los recursos en este estrato.

AP

Cuadro IV.78. Índice de Valor de Importancia AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Area basal**	**Dominancia absoluta**	**Dominancia relativa**	**Densidad**	**Densidad relativa**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreado**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa**	**IVI (%)**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
						(%)	absoluta	(%)		s		(%)	
1	*Celtis pallida*	Naranjillo	17	0.0001	0.0002	0.0318	33	1.14	1	3	0.3	11	12.3
2	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	0.0117	0.0230	4.7532	383	13.07	3	3	1.0	33	51.2
3	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	196	0.0200	0.0392	8.1154	383	13.07	2	3	0.7	22	43.4
4	*Prosopis laevigata*	Mezquite	1090	0.2152	0.4211	87.0996	2,133	72.73	3	3	1.0	33	193.2
4	**Σ**		**1,499**	**0.2470**	**0**	**100**	**2,933**	**100**	**9**	**-**	**3**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBUSTIVO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Viguiera dentata*	Chimalacate	783	46	1	100	1,533	100.00	1	3	0.33	100.0	300
1	**Σ**		**783**	**46**	**1**	**100**	**1,533**	**100**	**-**	**-**	**0**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO HERBÁCEO													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Chenopodium fremontii*	S/N	1,703	1	0.03	3	3,333	3	1	3	0.33	20.0	25.6
2	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	20,436	12	0.33	33	40,000	33	2	3	0.67	40.0	106.7
3	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	39,169	23	0.64	64	76,667	64	2	3	0.67	40.0	167.8
3	**Σ**		**61,308**	**36**	**1**	**100**	**120,000**	**100**	**5**	**-**	**2**	**100**	**300**

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS													
ID	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Frecuencia**	**COBERTURA**	**Dominancia relativa (%)**	**Densidad absoluta**	**Densidad relativa (%)**	**Ocurrencia**	**Total sitios muestreados**	**Frecuencia absoluta**	**Frecuencia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Tillandsia recurvata*	Gallitos	26	3	0.05	5	50	5	1	3	0.33	13	22.2
2	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero	26	3	0.05	5	50	5	1	3	0.33	13	22.2
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	349	41	0.66	66	683	66	3	3	1.00	38	169.8

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
4	*Opuntia tomentosa*	Nopal	128	15	0.24	24	250	24	3	3	1.00	38	85.9
4	**∑**		**528**	**62**	**1**	**100**	**1,033**	**100**	**8**	**-**	**3**	**100**	**300**

De acuerdo a los índices de valor de importancia en el área del proyecto para el estrato arbóreo la especie que presenta un mayor índice de importancia es el *Prosopis laevigata* con un 193.2 esto conforme a que es la especie que tiene un mayor número de individuos, la segunda especie es la *Acacia farnesiana* con 51.2 esto nos indicas que estas dos especies tienen un mayor aprovechamiento de recursos dentro de este tipo de vegetación en este estrato. Posteriormente para el estrato arbustivo se tiene que la especie que presenta un mayor valor es *Viguiera dentata* con 300 dado que es la única especie, para el estrato herbáceo la especie con mayor importancia relativa es *Enneapogon desvauxii* con un 167.8 esto se debe a que es la especie que presenta un mayor número de individuos por ultimo en el estrato correspondiente a cactáceas y/o epifitas se tiene que la especie con mayor valor de importancia es *Opuntia streptacantha* con un 169.8 esto nos indica que para este estrato es la que mayor dominancia presenta y por lo tanto la que aprovecha mejor los recursos en este estrato.

*se anexa base de datos de la flora en las tres unidades de análisis así como el cálculo realizado para tamaño de muestra , así como todos los cálculos anteriormente utilizados para el número de individuos por hectárea y el cálculo de los índices de diversidad (ANEXO IV.D._FLORA_SA_AI_AP).

1. Áreas destinadas para la conservación de la biodiversidad

En México para 2011, se contabilizaban 174 ANP y una superficie protegida ligeramente superior a los 25.5 millones de hectáreas, de las cuales 20.7 millones correspondían a zonas terrestres y poco más de 4.8 millones de hectáreas a zonas marinas; otra de las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad son los Humedales RAMSAR, que es la Convención de Humedales de Importancia Internacional, firmada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971, es un tratado intergubernamental que constituye el marco para la acción nacional y la cooperación internacional en favor de la conservación y uso racional de los humedales de importancia mundial y de sus recursos dentro de los territorios de los países firmantes.

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, impulsado por la CONABIO, que, aunque no se constituye como un instrumento normativo de planificación ni de regulación ambiental, sí permite caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) llevó a cabo un programa para identificar y diagnosticar regiones prioritarias para la conservación con base en su alta diversidad e integridad ecológica. Como resultado se identificaron 151 regiones prioritarias terrestres, 70 marinas y 110 en aguas continentales.

A continuación, se presentan planos de las áreas de conservación para las unidades de análisis, en el cual se observan a que distancia se encuentran de alguna área destinada para la conservación de la biodiversidad o si está dentro de alguna.

SA, AI, AP

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

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas son; Valle de Tehuacán a 0.53 km, Río Metlac a 45.59 y la Sierra zongolica a 18.94 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas son; Valle de Tehuacán – Cuicatlán a 5.54 km, Sierra de Zongolica a 27.03 km y Río Metlac a 55.44 km.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas son; Valle de Tehuacán – Cuicatlán a 5.59 km, Sierra de Zongolica a 27.11 km y Río Metlac a 55.52 km.

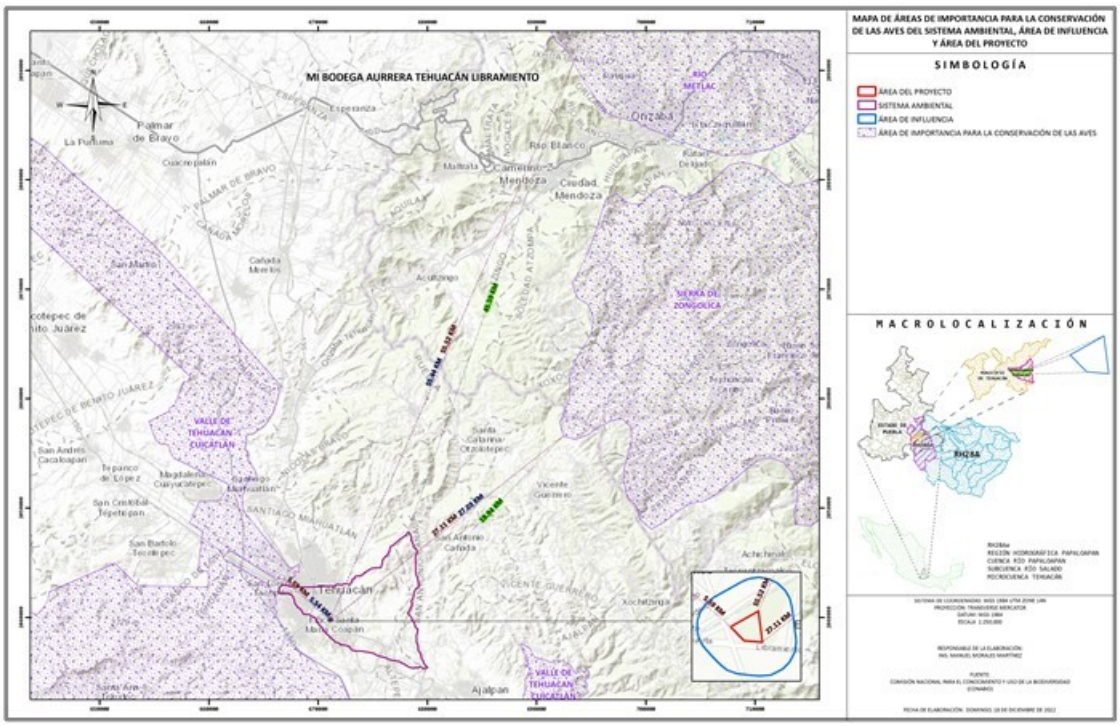


Figura IV.35. AICA'S cercanas en el SA, AI, AP.

Áreas Naturales Protegidas de carácter nacional (ANP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán a 0.71 km, Pico de Orizaba a 57.96 km, Cañón del Río Blanco a 18.01 y Los Tuxtlas a 211.23 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán a 6.03 km, Pico de Orizaba a 60.89 km, Cañón del Río Blanco a 27.11 km y Los Tuxtlasa a 218.89 km.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Tehuacán-Cuicatlán a 6.12 km, Pico de Orizaba a 60.97 km, Cañón del Río Blanco a 27.2 km y Los Tuxtlasa a 218.99 km.

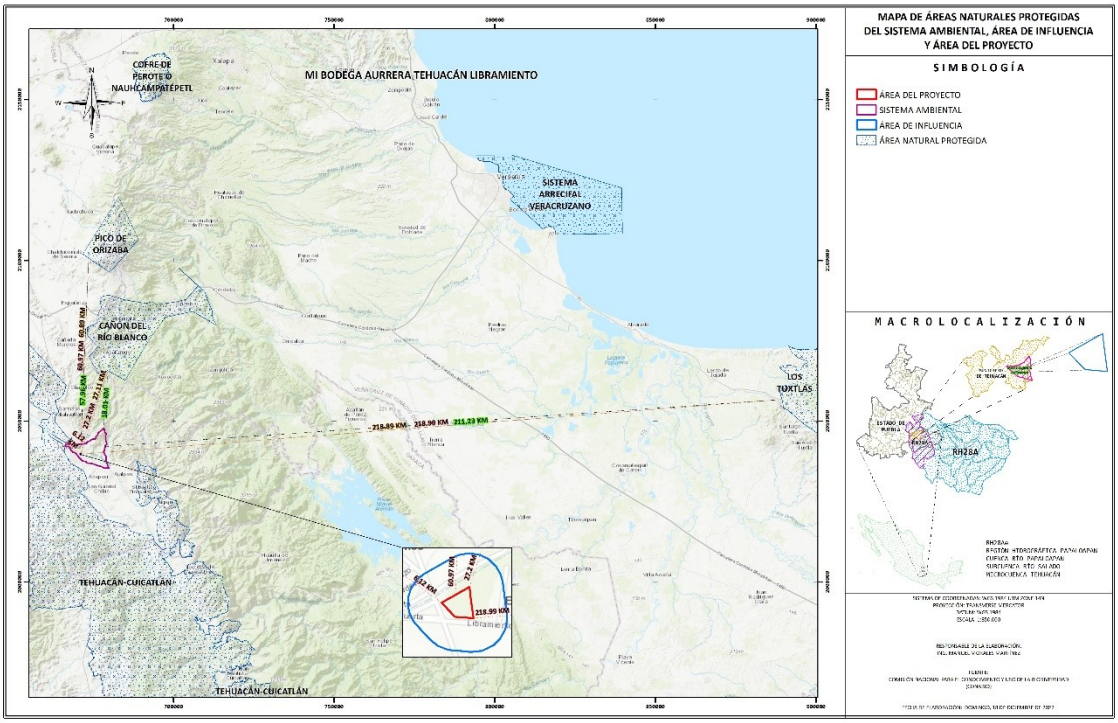


Figura IV.36. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP.

Áreas Naturales Protegidas Estatales (ANP)

Con respecto al SA tiene una coincidencia con un área natural protegida de carácter estatal siendo esta conocida como **cerro colorado**.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; la más cercana es Cerro Colorado a 2.03 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; la más cercana es Cerro Colorado a 2.15 km de distancia.

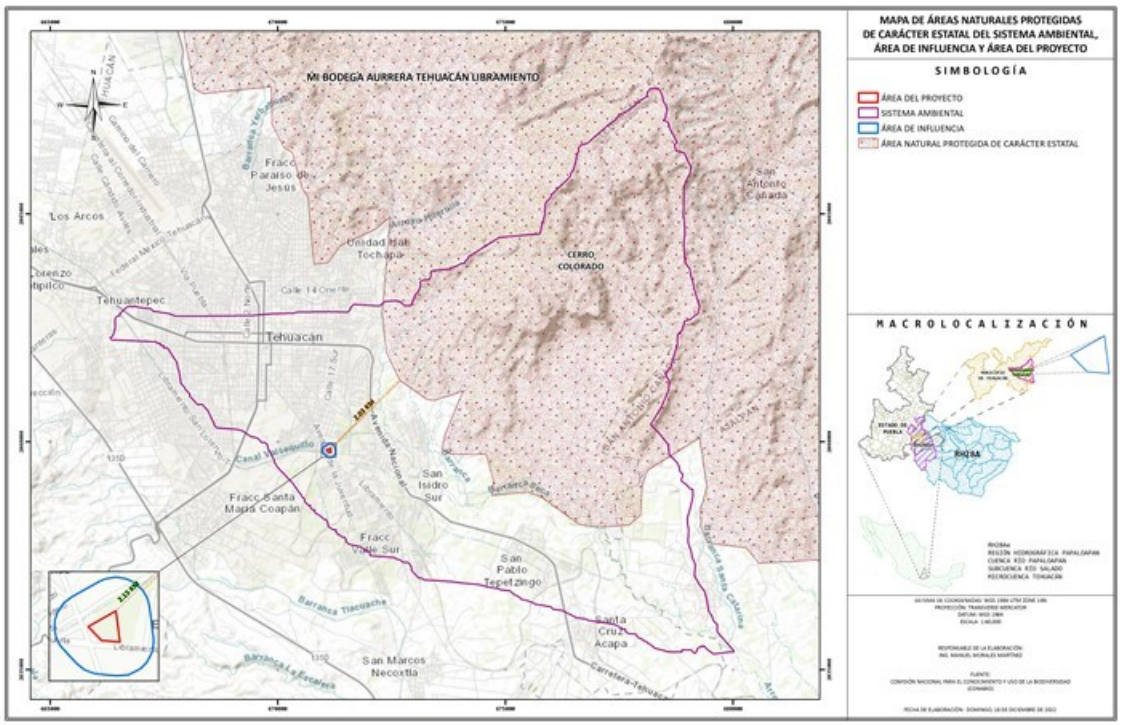


Figura IV.37. ANP'S cercanas en el SA, AI, AP.

Áreas Naturales Protegidas (ADVC)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec a 49.95 km, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1 a 62.58 km, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires a 65.66 km, Agua Buena a 80.79 km, Cerro Agua Platanar a 82.78 km, Las Palmillas de Cerro Verde a 83.15 km, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla a 90.23 km y Flor del Bosque a 92.13 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son: Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec a 51.13 km, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1 a 73.04 km, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires a 73.43 km, Agua Buena a 81.8 km, Las Palmillas de Cerro Verde a 84.69 km, Cerro Agua Platanar a 91.82 km, Flor del Bosque a 97.29 km y Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla a 99.38 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas son; Flor del Bosque a 97.39 km, Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1 a 73.14 km, Área Comunitaria de Conservación Buenos Aires a 73.52 km, Cerro Agua Platanar a 91.91 km, Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla a 99.42 km, Siete Cumbres Guadalupe Cuautepec a 51.23 km, Agua Buena a 81.9 km y Las Palmillas de Cerro Verde a 84.76 km de distancia.

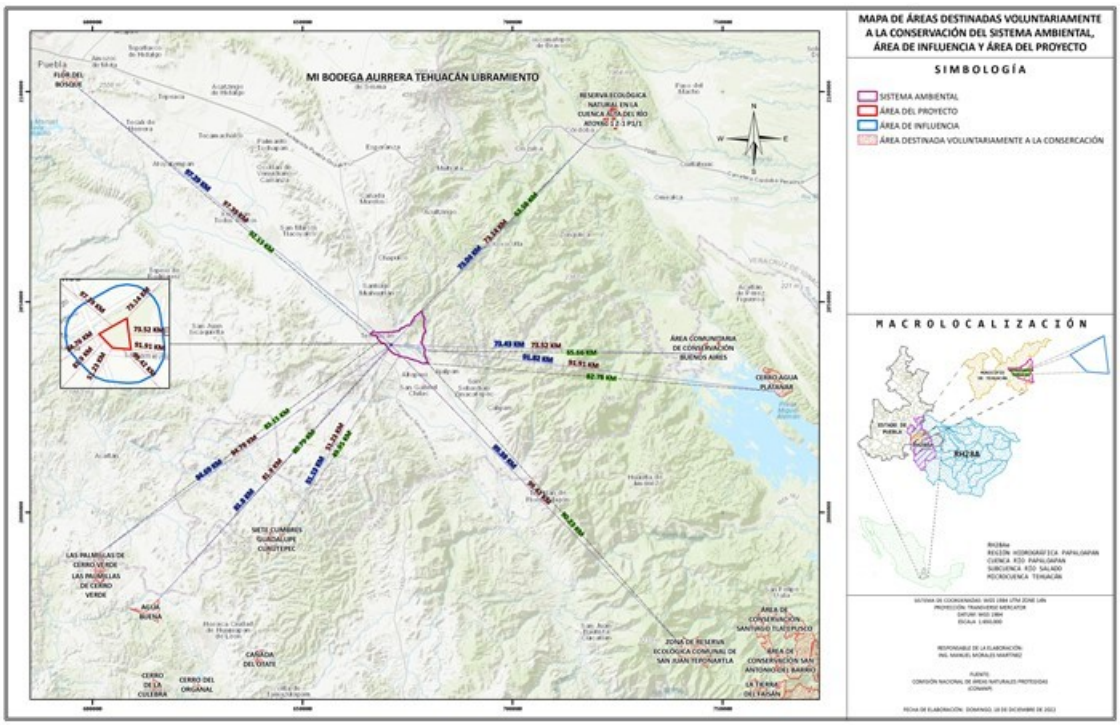


Figura IV.38. ADVC cercanas en el SA, AI, AP.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna región hidrológica prioritaria siendo las más cercanas la presa miguel alemán- corro de oro a 25. Km y la cuenca oriental a 52.87 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RHP las más cercanas son; Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro a 35.22 km y Cuenca Oriental a 61.33 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RHP las más cercanas son; Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro a 35.32 km y Cuenca Oriental a 61.28 km de distancia.

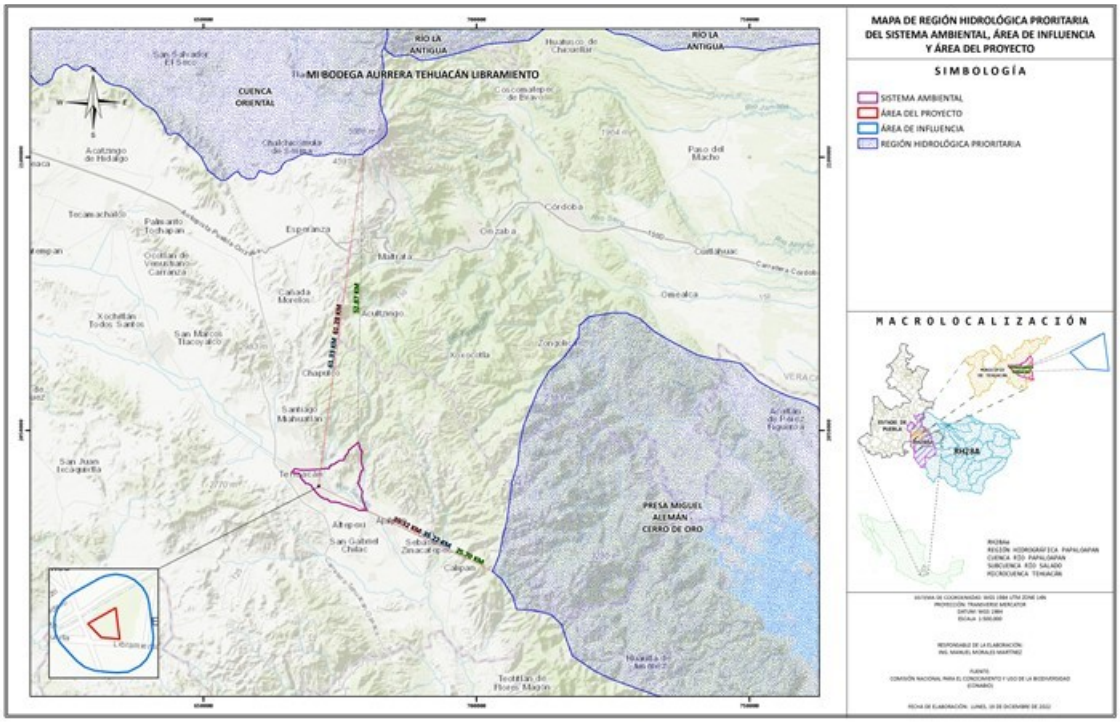


Figura IV.39. RHP en el SA, AI, AP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 0.82 km el valle de Tehuacán-Cuitlán y a 25.34 km de distancia las sierras del norte de Oaxaca-Mixe.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas son; Valle de Tehuacán-Cuicatlán a 5.07 km y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe a 33.04 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas son; Valle de Tehuacán-Cuicatlán a 5.15 km y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe a 33.12 km de distancia.

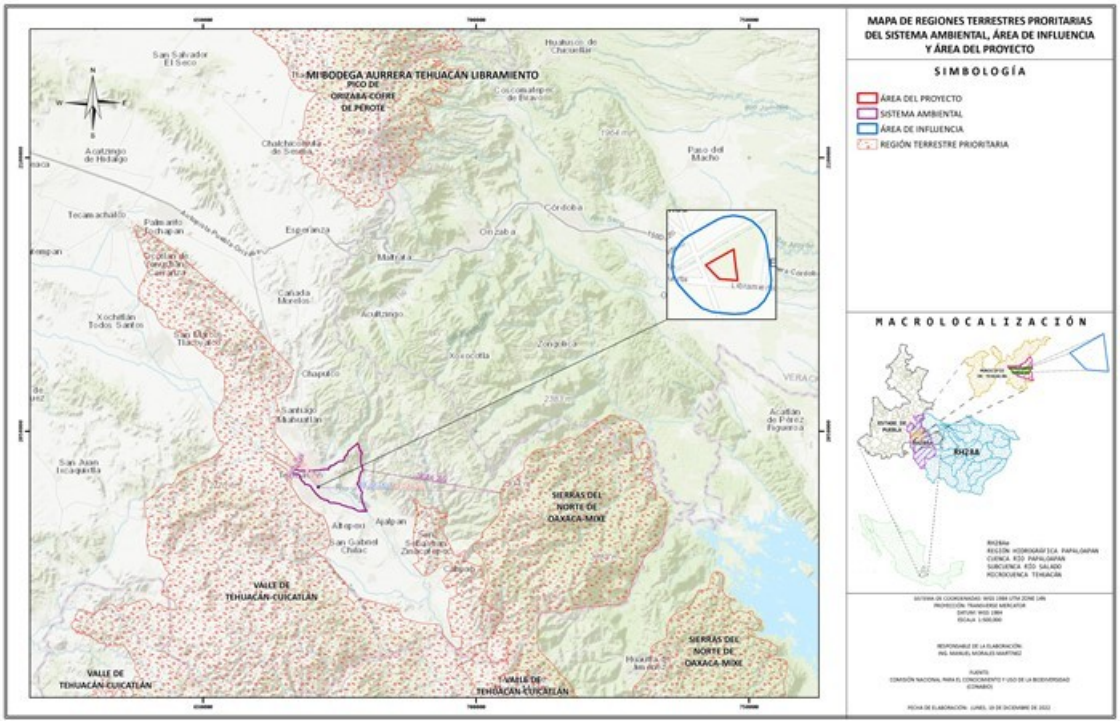


Figura IV.40. RTP en el SA, AI, AP.

Sitios RAMSAR

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son; Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) a 86.9 km, Cascadas de Texolo y su en torno a 107.13 km, Sistema Lagunar Alvarado a 122.87 km, Presa de Atlangatepec a 145.43 km, La Mancha y El Llano a 149.04 km y Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano a 151.07 km de distancia.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son; Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) a 92.15 km, Cascadas de Texolo y su entorno a 113.99 km, Sistema Lagunar Alvarado a 131.57 km, Presa de Atlangatepec a 147.61 km, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano a 157.78 km y La Mancha y El Llano a 159.51 km de distancia.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos son; Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) a 92.24 km, Cascadas de Texolo y su entorno a 114.06 km, Sistema Lagunar Alvarado a 131.67 km, Presa de Atlangatepec a 147.72 km, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano a 157.89 km y La Mancha y El Llano a 159.62 km de distancia.

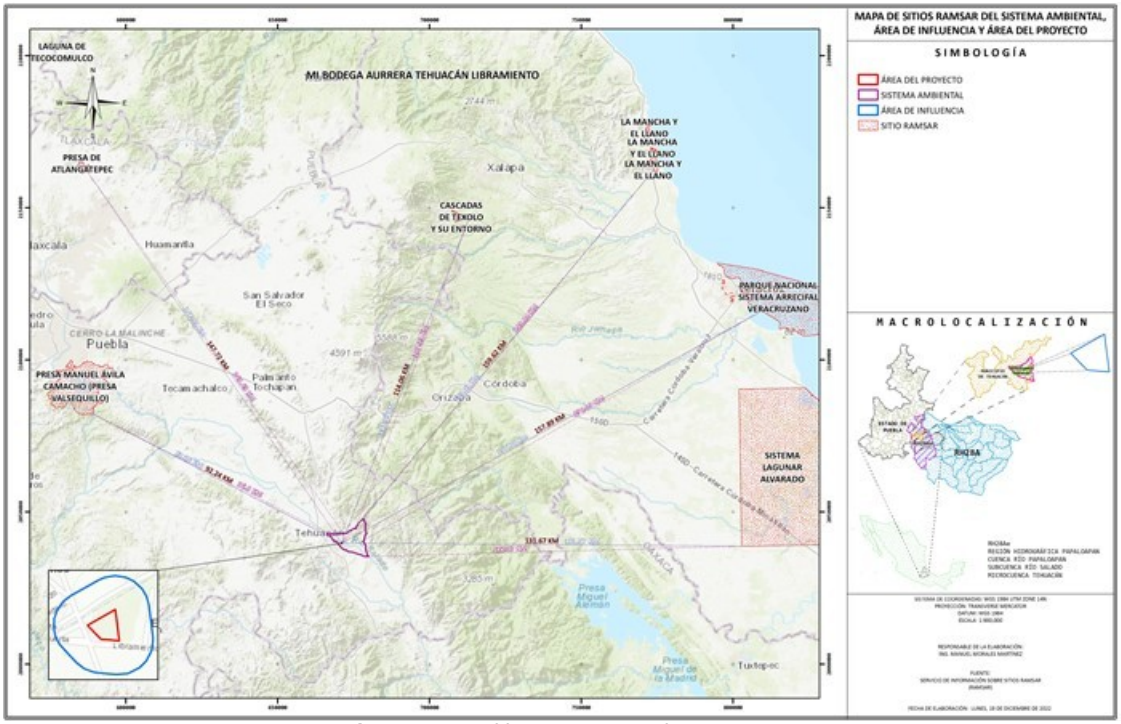


Figura IV.41. Sitios Ramsar en el SA, AI, AP.

Ecorregiones Marinas de América del Norte

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 144.04 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 153.92 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 153.94 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

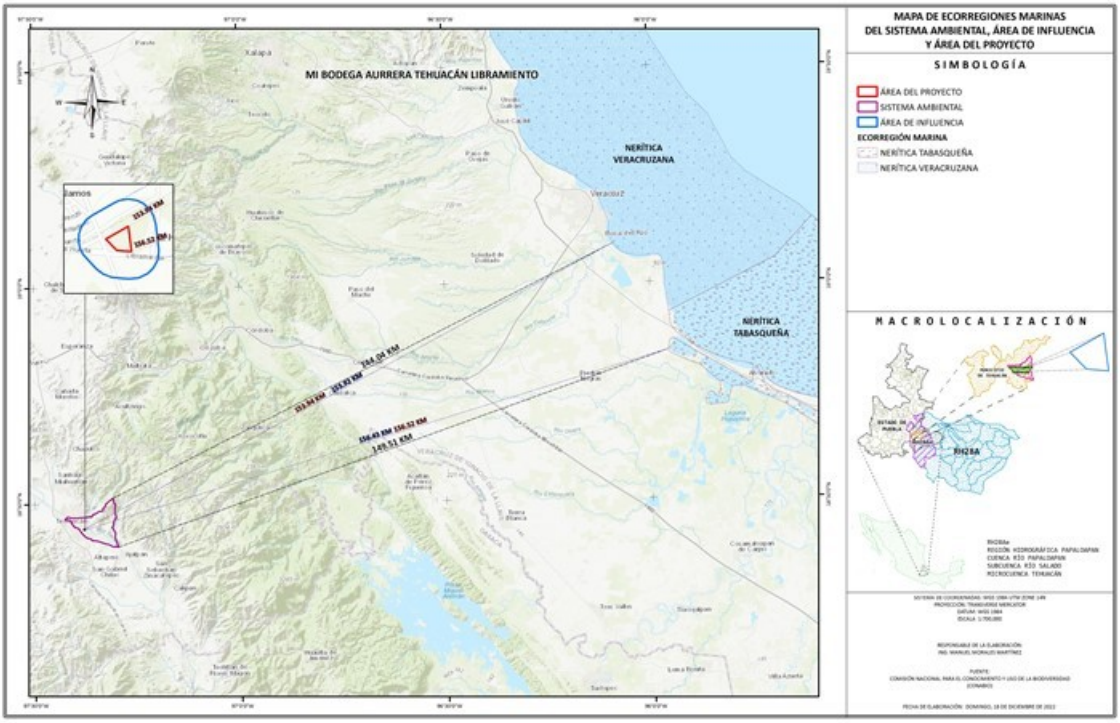


Figura IV.42. Ecorregiones Marinas en el SA, AI, AP.

Ecorregiones Terrestres de América del Norte

Con respecto al SA se encuentran dentro de dos ecorregiones marina de América del Norte; las cuales son: sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos de guerrero y Oaxaca con numeral 13.5.2.1 y valle de Tehuacán con matorral xerófilo con numeral 14.4.3.2.

El AI se encuentran dentro de la ecorregión marina de América del Norte; Conocida como valle de Tehuacán con matorral xerófilo con numeral 14.4.3.2.

El AP se encuentran dentro de la ecorregión marina de América del Norte; Conocida como valle de Tehuacán con matorral xerófilo con numeral 14.4.3.2.

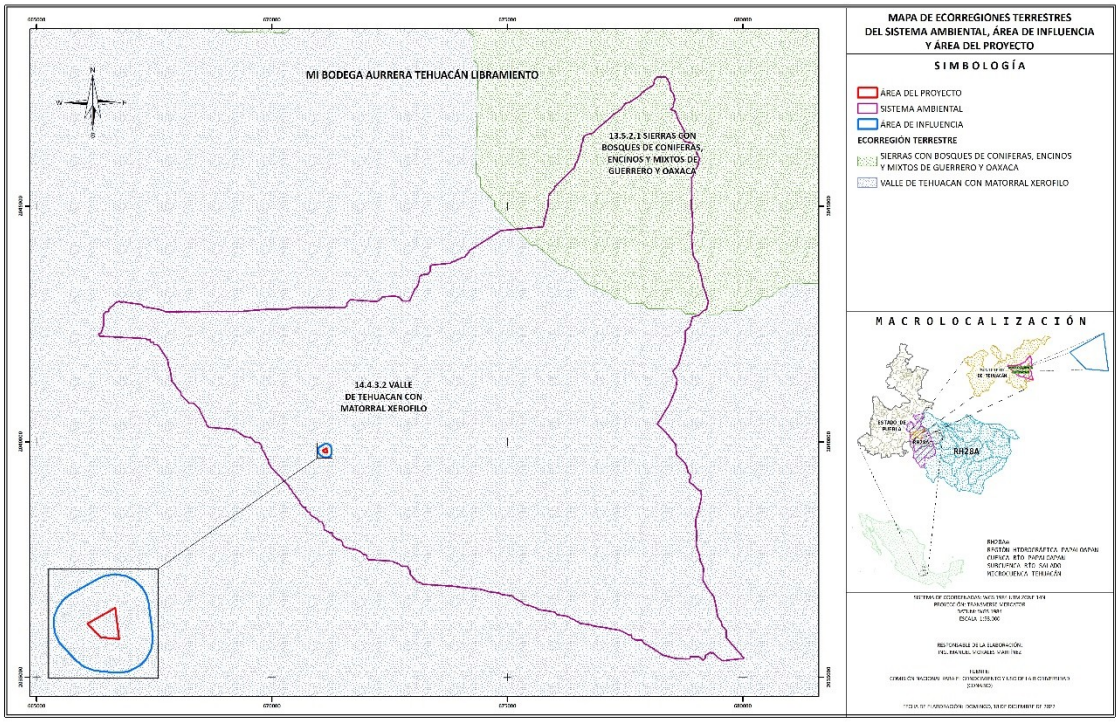


Figura IV.43. Ecorregiones Terrestres en el SA, AI, AP.

IV.3.1.2.2 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, Área de influencia 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) <u>Rutas migratorias de avifauna</u>

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

De acuerdo al plano de Rutas migratorias, el Área de proyecto (en adelante AP) no se encuentra dentro de ninguna ruta migratoria de aves y/o en alguna área prioritaria para la conservación de especies, los mismos sucede con el AI y SA, los cuales no se encuentran dentro de algun ruta migratoria.

Respecto a las áreas de conservación de especies el AP. AI y SA no cae dentro de alguna área para la conservación, siendo la más cercana la Reserva de la Biosfera Tehucán-Cuicatlan, la cual a nivel nacional es una de las reservas más diversas.

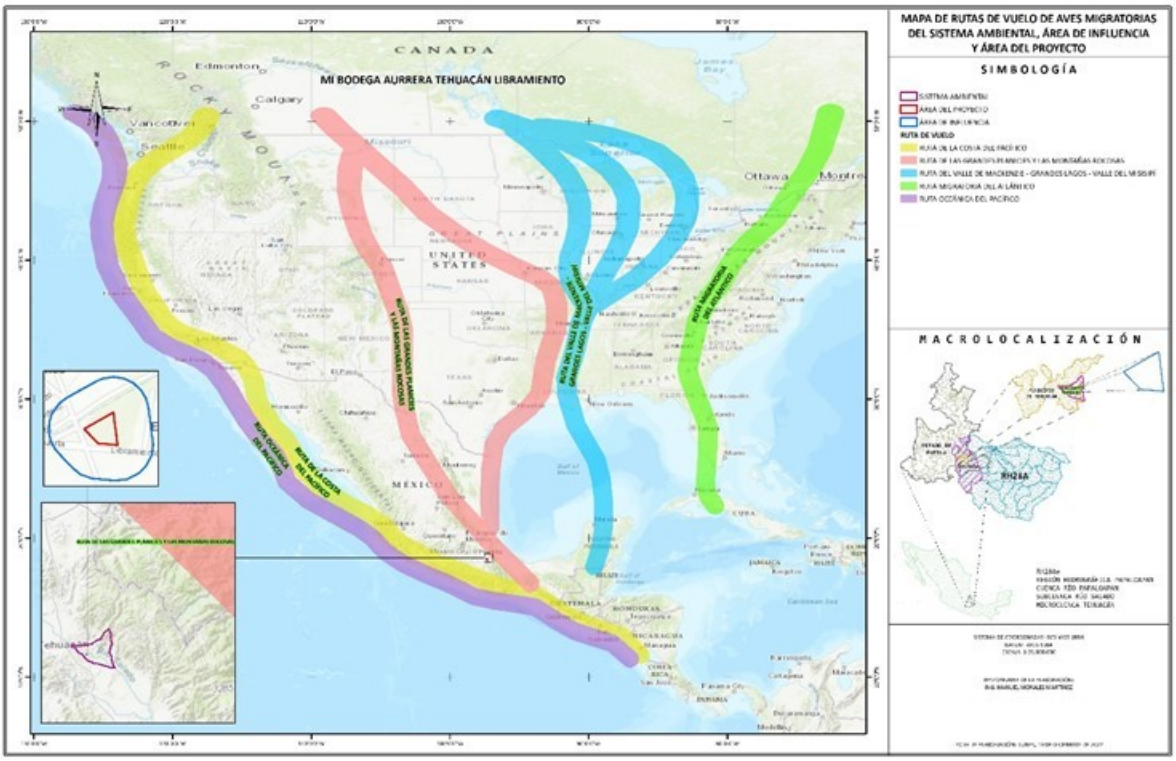


Figura IV.44. Plano de Rutas Migratorias de Aves respecto al AP y al SA.

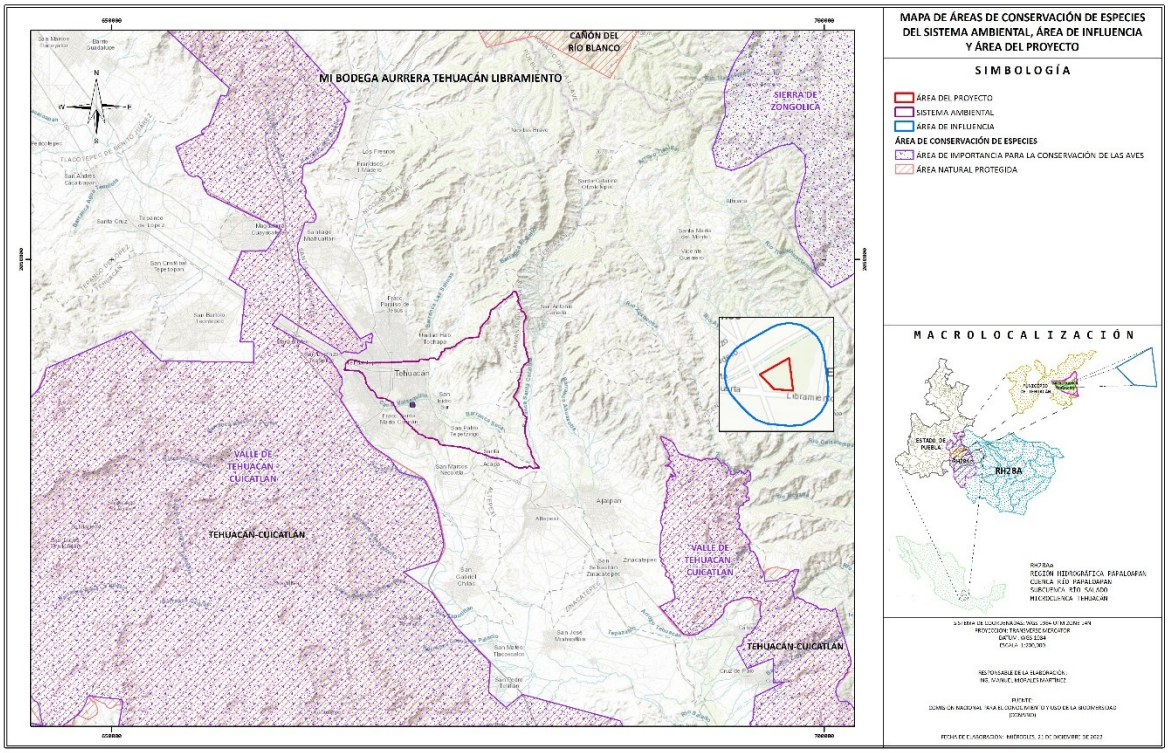


Figura IV.45. Plano de Áreas de conservación con respecto al SA, AI y AP.

b) <u>Corredores biológicos</u>

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

<u>Como se muestra en la figura siguiente, que el AP y el SA no se encuentran dentro de ningún corredor biológico, ni cerca de alguno de ellos.</u>

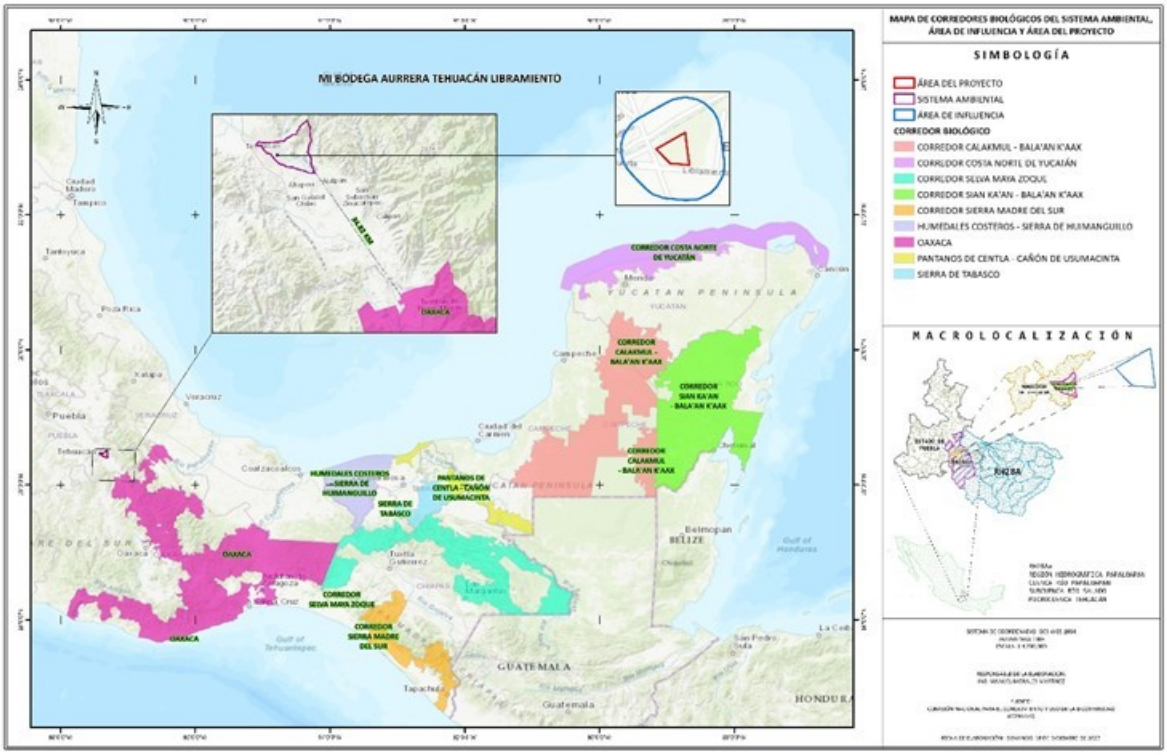


Figura IV.46. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM respecto al AP y al SA.

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.**
   1.1 Listado de especies potenciales del SA.

2. **Investigación de campo.**
   2.1 Listado de especies obtenido en el muestreo.

INVESTIGACIÓN DE GABINETE

≋ LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES

De acuerdo a Arizmendi & Espinosa (1996); y a Camacho-Morales & Meno (2001) ; al menos 40 especies de aves se distribuyen en la región de Tehuacán, este número puede llegar a aumentar conforme la antropización baja en áreas mejor conservadas, generando mejores áreas para que estos organismos pueden llevar a cabo un forrajeo óptimo.

AVIFAUNA

Cuadro IV.79. Listado potencial de avifauna en el Sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	**Cathartidae**	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-
2		*Cathartes aura*	Zopilote aura	-
3	**Falconidae**	***Falco peregrinus***	**Halcón peregrino**	**Pr**

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
4	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-
5		*Zenaida macroura*	Huilota común	-
6		*Columbina inca*	Tortolita cola larga	-
7		*Columbina passerina*	Torrolita pico rojo	-
8		*Columba livia*	Paloma doméstica	-
9	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos norteño	-
10	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-
11	Strigidae	***Bubo virginianus***	**Búho cornudo**	**A**
12	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	-
13	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-
14	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	-
15	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	-
16	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	-
17	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón	-
18		*Sayornis nigricans*	Papamoscas negra	-
19		*Pyrocephalus rubinus*	Cardenalito mosquetero	-
20		*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-
21		*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	-
22		*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	-
23		*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-
24	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	-
25	Corvidae	*Corvus corax*	Curevo común	-
26	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	-
27	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranquero	-
28	Sylviidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	-
29	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	-
30		*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche	-
31	Ptilogonatidae	*Ptilogonys cinereus*	Capulinero gris	-
32	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión domestico	-
33	Parulidae	***Leiothlypis crissalis***	**Chipe de Colima**	**Pr**
34		*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	-
35		*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogrís	-
36		*Setophaga palmarum*	Chipe playero	-
37		*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-
38	Emberizidae	*Melozone albicollis*	Rascador oaxaqueño	-
39	Cardinalidae	*Pheucticus chrysopeplus*	Picogordo amarillo	-
40		*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	-
41		*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-
42	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	-
43		*Icterus pustulatus*	Calandria dorso rayado	-
44		*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
45		*Quiscalus mexicanus*	Zanate	-
46	**Fringillidae**	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC).

Se obtuvo una lista potencial de avifauna de 46 especies, de las cuelas 3 se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

MASTOFAUNA

De acuerdo a Cruz-Jácome et al (2015)[2]; Ramírez-Pulido y Martínez (2006)[3]; Briones-Salas (2000)[4], en la región al menos se distribuyen 16 especies de mamíferos de talla mediana

Cuadro IV.80. Listado potencial de mastofauna en el Sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	**Didelphidae**	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	—
2	**Dasypodidae**	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	—
3	**Leporidae**	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	—
4		*Sylvilagus audubonii*	Conejo de desierto	—
5	**Felidae**	*Lynx rufus*	Gato montes	—
6		***Herpailurus yagouaroundi***	**Jaguarundi**	**A**
7	**Canidae**	*Canis latrans*	Coyote	—
8		*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	—
9	**Mephitidae**	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	—
10		*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	—
11		*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	—
12	**Procyonidae**	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	—
13		*Nasua narica*	Coatí	—
14		*Procyon lotor*	Mapache	—
15	**Tayassuidae**	*Dicotyles angulatus*	Pecarí de collar norteño	—
16	**Cervidae**	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	—

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC).

Del total de especies que se han registrado para la región, sólo una especie se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

HERPETOFAUNA

2 Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfín-Alfonso, C. A., & Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Therya, 6(2), 435-448.

3 Ramírez-Pulido, J. y J. Martínez, V. (2006). Diversidad de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla- Oaxaca, México. México: Informe presentado a la Semarnat. Dirección General de Vida Silvestre.

4 Briones-Salas, M. (2000). Lista anotada de los mamíferos de la Región de La Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Instituto de Ecología, A. c. Revista Acta Zoológica Mexicana (081), 83-103.

De acuerdo con Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2010)[5]; Gutiérrez-Mayén (2001)[6]; Woolrich-Piña *et al*. (2017)[7]; en la región al menos se distribuyen 51 especies de herpetofauna.

Cuadro IV.81. Listado potencial de herpetofauna en el Sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	**Bufonidae**	*Incilius occidentalis**	Sapo de los pinos	—
2		*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	—
3	**Craugastoridae**	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	—
4	**Eleutherodactylidae**	***Eleutherodactylus nitidus****	**Rana fisgona deslumbrante**	**Pr**
5	**Hylidae**	***Exerodonta xera****	**Ranita de Puebla**	**P**
6		***Smilisca baudinii***	**Rana arborícola mexicana**	**Pr**
7	**Ranidae**	*Lithobates spectabilis**	Rana manchada	—
8	**Scaphiopodidae**	***Spea multiplicata***	**Sapo montícola de espuela**	**Pr**
9	**Ambystomatidae**	*Ambystoma subsalsum**	Salamandra tigre del altiplano	—
10	**Plethodontidae**	*Thorius maxillabrochus**	Salamandra pygmea de Zoquitlán	—
11	**Anguidae**	***Barisia imbricata****	**Lagarto alicante de las montañas**	**Pr**
12		*Gerrhonotus liocephalus*	Lagartija caimán sureña	—
13	**Corytophanidae**	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	—
14	**Iguanidae**	***Ctenosaura acanthura***	**Iguana de cola espinosa del noreste**	**Pr**
15		***Ctenosaura pectinata****	**Garrobo**	**A**
16	**Phrynosomatidae**	***Phrynosoma braconnieri****	**Camaleón de cola corta**	**Pr**
17		***Phrynosoma taurus****	**Camaleón toro**	**A**
18		*Sceloporus aureolus**	Lagartija espinosa sureña	—
19		*Sceloporus gadoviae**	Lagartija espinosa del Alto Balsas	—
20		***Sceloporus grammicus***	**Lagartija espinosa de mezquite**	**Pr**
21		*Sceloporus horridus**	Lagartija espinosa del Pacífico	—
22		*Sceloporus jalapae**	Lagartija espinosa del Valle de Tehucán	—
23		***Sceloporus megalepidurus****	**Lagartija espinosa de escamas grandes**	**Pr**
24		*Sceloporus spinosus**	Lagartija espinosa mexicana	—
25		*Urosaurus bicarinatus**	Lagartija de árbol del Pacífico	—
26		*Phyllodactylus bordai**	Salamanquesa de Alto Balsas	—
27	**Teiidae**	***Aspidoscelis costata****	**Huico llanero**	**Pr**
28		***Aspidoscelis parvisocius****	**Huico pigmeo de Tehuacán**	**Pr**
29		*Aspidoscelis sackii**	Huico manchado	—
30	**Xenosauridae**	*Xenosaurus rectocollaris**	Chinito	—
31	**Boidae**	*Boa imperator*	Mazacuatl	—

5 Canseco Márquez, L, Gutiérrez Mayen, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.

6 Gutiérrez Mayén, M. G. (2001). Inventario herpetofaunistico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Laboratorio de Herpetología 60.

7 Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., DeSantis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. 2017. The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4(4), 794-884.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
32		*Boa sigma**	Mazacuatl	—
33	Colubridae	*Conopsis acuta**	Culebra terrestre guardacaminos	—
34		*Conopsis lineata**	Culebra terrestre del centro	—
35		*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra	—
36		*Ficimia publia*	Culebra naricilla manchada	—
37		*Lampropeltis polyzona**	Falsa coralillo real de occidente	—
38		*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	—
39		*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla mexicana	—
40		*Pituophis deppei**	Cincuatl	—
41		*Pituophis lineaticollis*	Cincuatl sureño	—
42		***Salvadora bairdi****	**Culebra chata mexicana**	**Pr**
43		***Salvadora intermedia****	**Culebra chata oaxaqueña**	**Pr**
44		*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	—
45		*Tantilla bocourti**	Culebrita cabeza negra Bocourt	—
46		*Trimorphodon tau**	Falsa nauyaca mexicana	—
47	Dipsadidae	***Imantodes gemmistratus***	**Culebra cordelilla centroamericana**	**Pr**
48		***Rhadinaea hesperia****	**Culebra rayada occidental**	**Pr**
49		***Tropidodipsas zweifeli****	**Culebra caracolera de Chilpancingo**	**Pr**
50	Elapidae	***Mixcoatlus melanurus****	**Víbora torito mexicano**	**Pr**
51	Kinosternidae	***Kinosternon integrum****	**Tortuga pecho quebrado**	**Pr**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC).

Del total de especies que se han registrado para la región, 20 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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 a la NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus de riesgo de la IUCN, categoría de acuerdo a 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 a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010[8]. En el caso de las especies que no se encuentren enlistadas dentro de la norma se les agregará a la categoría SC (Sin Categoría).

Cuadro IV.82. Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la fauna silvestre.

8 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: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf

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 al IUCN.

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo a la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)[9:]

Cuadro IV.83 Estatus de acuerdo a 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 a la CITES.

Las categorías de riesgo en el listado de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres Por sus sigles en ingles CITES (CITES, 2022[10]):

Cuadro IV.84 Listados de especies de acuerdo a las categorías de riesgo de la CITES para la fauna silvestre.

9 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.

10 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.

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 al IUCN

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN maneja las siguientes categorías:

Cuadro IV.85 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.86 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.

Residencia.

En el atributo de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas categorías utilizando información publicada en literatura especializada (Peterson y Chalif, 1989[11]; Howell y Webb, 1995[12]; Sibley, 2000[13]). Dicho atributo solamente aplica para el caso exclusivo de las especies de aves. Las categorías empleadas fueron las siguientes:

11 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.

Cuadro IV.87 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 en las MCH, 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 al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar 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

12 Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

13 Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.

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

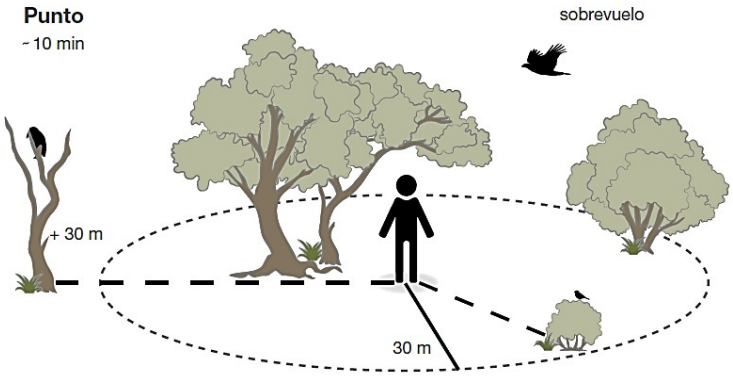
FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL

AVIFAUNA

Para la toma de datos de la fauna silvestre se tomó en consideración algunos criterior 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)[14].

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 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 del mismo 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.



14 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.

Figura IV.47**.** Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)[15].

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):

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).

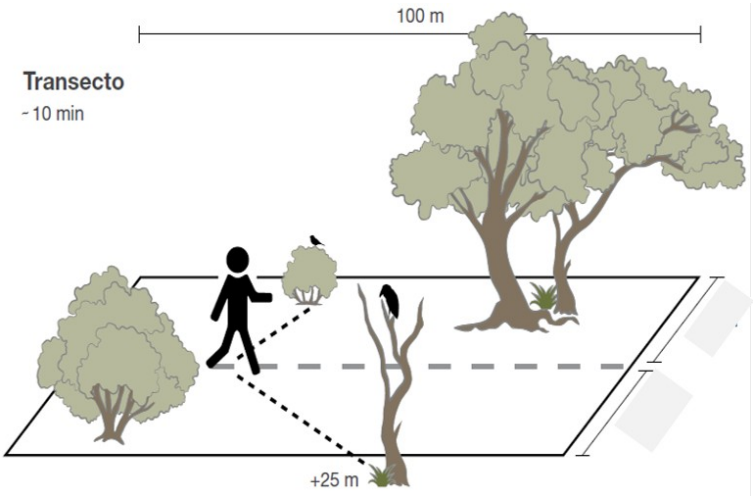


Figura IV.48**.** Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).

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

15 Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. 2019. Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.

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.

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 CUSTF.

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

- ✓ Palacios-Aguilar, R., & Flores-Villela, O. 2018. An updated checklist of the herpetofauna from Guerrero, Mexico. Zootaxa, 4422(1), 1-24.
- ✓ Canseco Márquez, L, Gutiérrez Mayen, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- ✓ Gutiérrez Mayén, M. G. (2001). Inventario herpetofaunistico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Laboratorio de Herpetología 60.
- ✓ Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., DeSantis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. 2017. The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4(4), 794-884

Mastofauna

- ✓ Alvarez-Castañeda, S. T., Alvarez, 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.

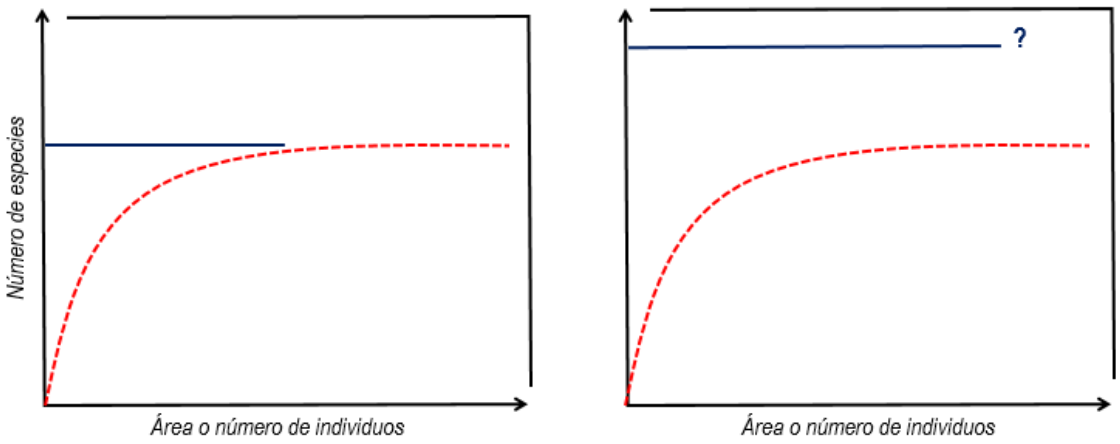


Figura IV.49**.** Curva de acumulación de especies.

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.

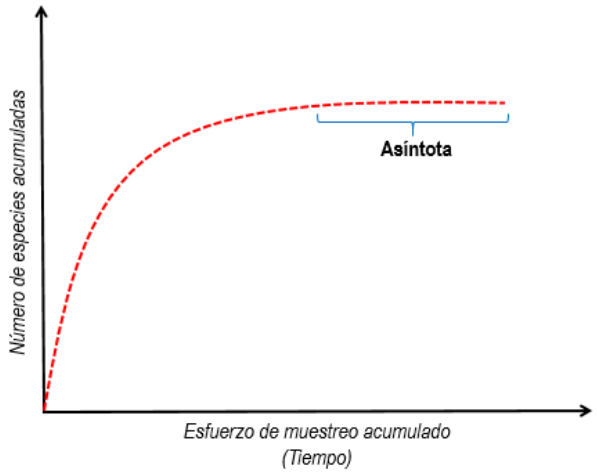


Figura IV.50**.** Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

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).

$$D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{¿(¿-1)}{N(N-1)} \right]$$

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.

$$D = {}^{1}\!¿ \exp(H´) = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right] ¿$$

^{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

Para la toma de información en el SA se establecieron 4 sitios de muestreo (transectos, puntos de conteo) para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna, tal como se representa enseguida:

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos:

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Cuadro IV.88 Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema ambiental.

Transecto	Coordenadas central (UTM)		Longitud (m)	Área muestreada (Ha)
	X	Y		
1	672388.71	2042474.31	20	0.125664
2	672442.83	2042385.75	20	0.125664
3	672436.52	2042310.23	20	0.125664
4	672379.03	2042401.12	20	0.125664
Área muestreada				**0.5027**

TRANSECTOS

Cuadro IV.89 Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema ambiental.

Transecto	Coordenadas central (UTM)				Longitud (m)	Ancho (m)	Área muestreada (Ha)
	X	Y	X	Y			
1	672360.63	2042474.18	672416.78	2042474.44	50	26	0.1300
2	672437.04	2042412.68	672448.61	2042358.82	50	26	0.1300
3	672448.85	2042334.46	672424.18	2042285.99	50	26	0.1300
4	672371.81	2042428.61	672386.25	2042373.63	50	26	0.1300
						Área muestreada	**0.5200**

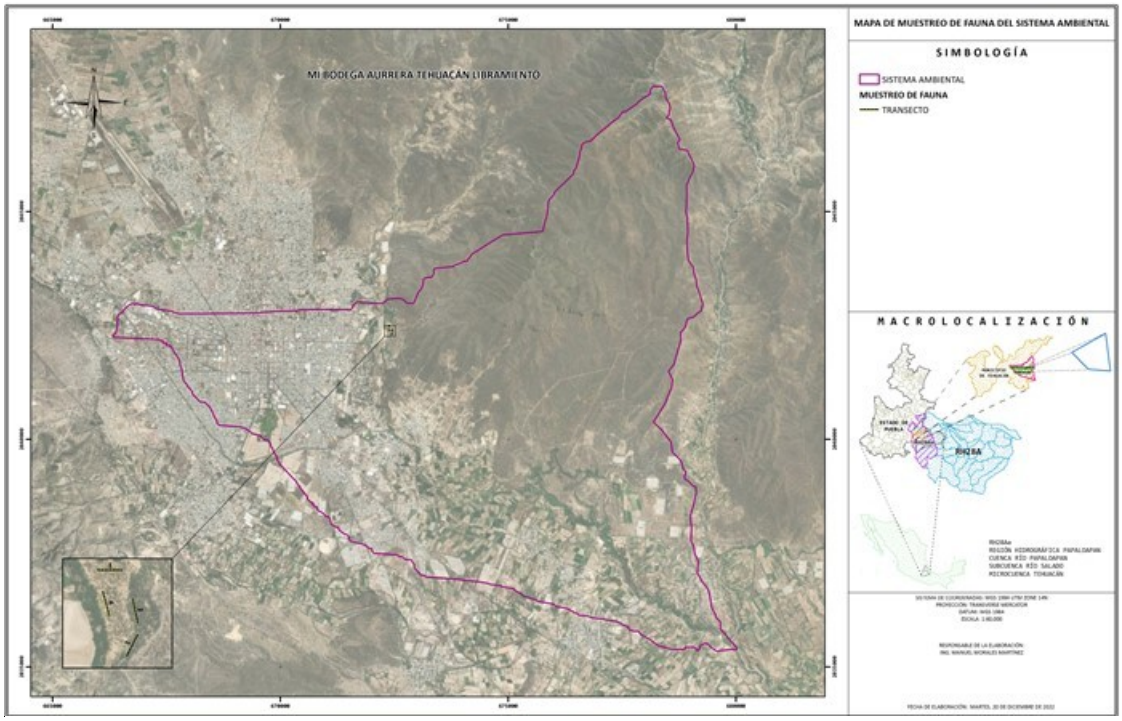


Figura IV.51**.** Puntos de muestreo de fauna en el Sistema ambiental

ANÁLISIS DE LA AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 8 puntos de conteo establecidos en el SA:

Cuadro IV.90 Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el Sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Poco común	Pareja	Ca	CP	2
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Gregario	Gregaria	Ca	EE	2
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	10
4	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	5
5	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	SC	LC	Estable	**EN**	R	Poco común	Solitario	G	EE	5
6	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	6
7	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Abundante	Solitario	F-I	EE	2
8	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	LC	Estable	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	1
9	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	SC	LC	Decreciente	**EN**	R	Poco común	Solitario	I	EE	4
10	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	5
11	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	LC	Creciente	**EN**	R	Poco común	Solitario	I, G, F	EE	3
12	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC	Creciente	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	EE	5
13	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	SC	LC	Estable	Nativa	R	Poco común	Solitario	I, N	EE	1
14	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	SC	LC	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Solitario	I, N	EE	2
15	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	común	Solitario	N	EE	2
16	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii)*	Saltapared cola larga	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	común	Solitario	I	EE	1
17	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	LC	Decreciente	**EN**	R	Poco común	Solitario	I	EE	2
18	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	SC	LC	Estable	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	EE	2
19	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	LC	Desconocida	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	EE	2
20	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	1
20	**TOTAL**												**63**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

En los cuatro puntos de conteo establecidos en el SA se registró un total de 63 individuos que corresponden a 20 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A nivel global de acuerdo a La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUICN); ninguna de las especies registradas presenta un estatus desfavorable de conservación. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, 12 especies una tendencia poblacional favorable (creciente, estable); se desconoce la tendencia poblacional de dos especies y 6 presentan un estatus desfavorable (decreciente). Aunado a lo anterior, se registraron cuatro especies endémicas y tres que son migrantes invernales o de verano.

Recordemos que la avifauna es un grupo biológico con amplia movilidad, pero también es muy susceptible a cambios en el ambiente, ellos responden a que se encontrará una mayor diversidad de acuerdo al estado de conservación del ambiente que se analice, las especies que se pueden a apreciar en esta parte del SA también se pueden observar en algunos terrenos baldíos en la urbe, presenta hábitos tróficos variados por lo que pueden estar presentes en diversos estratos.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Cuando se realiza la estimación de diSAas métricas previamente mencionadas, para establecer si una comunidad es más diversa que otra, es imperativo considerar que una sola de tales métricas no será suficiente para tomar ésta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de avifauna se llevó acabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.91 Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA						
ID	**Nombre científico**	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**PC4**	**ni**
1	*Elanus leucurus*	2	0	0	0	2
2	*Campylorhynchus jocosus*	0	0	1	1	2
3	*Columbina inca*	0	8	2	0	10
4	*Coragyps atratus*	0	0	0	2	2
5	*Cynanthus latirostris*	0	0	0	1	1
6	*Haemorhous mexicanus*	4	0	2	0	6
7	*Hylocharis leucotis*	1	0	0	1	2
8	*Melanerpes hypopolius*	1	2	0	0	3
9	*Mimus polyglottos*	0	1	0	0	1
10	*Myiozetetes similis*	0	0	2	0	2
11	*Oriturus superciliosus*	2	2	0	1	5
12	*Passer domesticus*	5	0	0	0	5
13	*Peucaea mystacalis*	0	0	2	2	4
14	*Polioptila caerulea*	0	2	3	0	5
15	*Ramosomyia violiceps*	0	2	0	0	2
16	*Thryomanes bewickii)*	0	0	1	0	1
17	*Toxostoma curvirostre*	0	1	1	0	2
18	*Tyrannus crassirostris*	1	0	0	1	2
19	*Tyrannus melancholicus*	1	0	0	0	1
20	*Zenaida asiatica*	2	1	2	0	5
N		**9**	**8**	**9**	**7**	**63**
Riqueza (S)						**8.25**
Desviación estándar						**0.96**
Max ni						**10**
Dominancia (D)						**0.16**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=8.25 especies y una riqueza total de S=20 especies, con una dominancia de D= 0.16. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas:

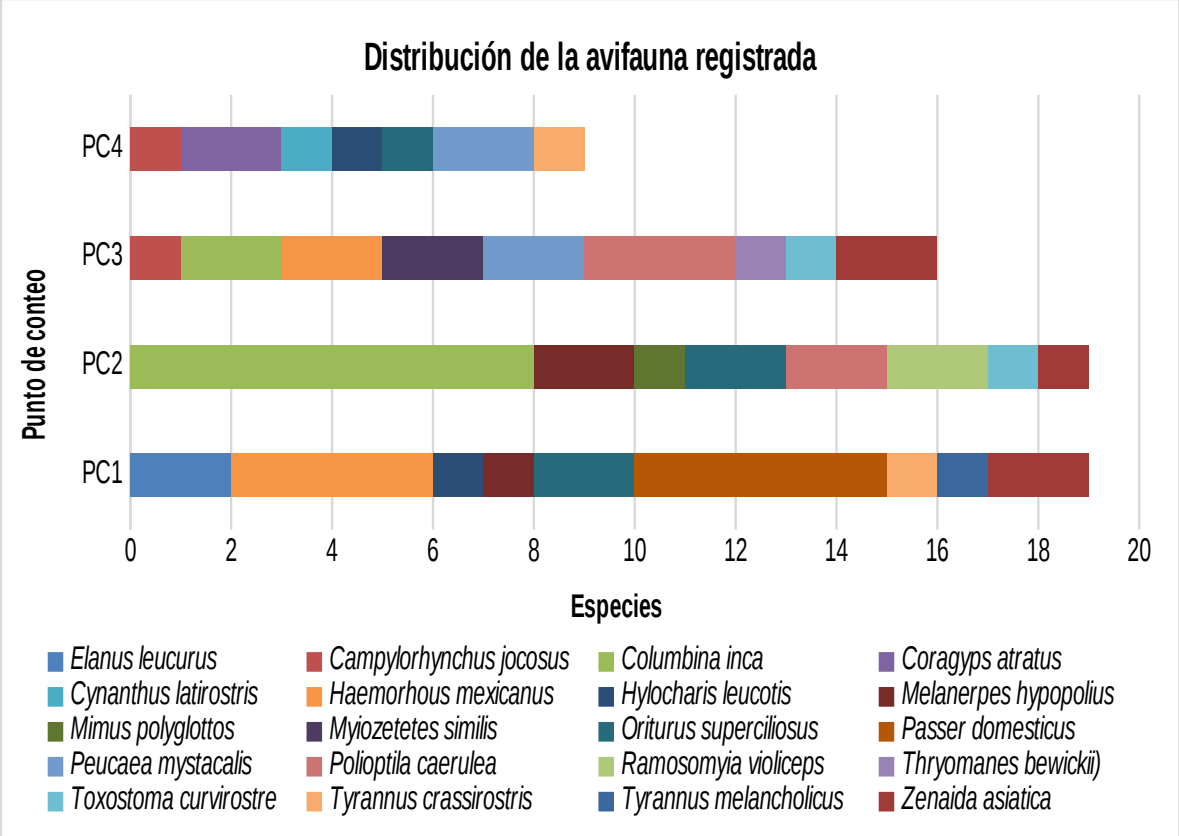


Figura IV.52**.** Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de observación en el que fueron registradas en el Sistema ambiental.

Cuadro IV.92 Riqueza específica de la avifauna en el Sistema ambiental

Familias	Géneros	Especies
13	19	20

De las 13 familias de avifauna registradas, tres familias presentaron al menos tres especies y el resto sólo una o dos.

2. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.93. Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	20
Abundancia	63
DMg	**4.59**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es favorable, con un valor de Dmg= 4.59, lo cual no habla de una diversidad media, con un incremento a diversidad alta.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.94 Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el Sistema ambiental.

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	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	2	1	2	0.0005
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	1	2	0.0005
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	10	9	90	0.0230
4	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	4	20	0.0051
5	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	5	4	20	0.0051
6	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	6	5	30	0.0077
7	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	2	1	2	0.0005
8	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	1	0	0	0.0000
9	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	4	3	12	0.0031
10	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	4	20	0.0051
11	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	3	2	6	0.0015
12	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	5	4	20	0.0051
13	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	1	0	0	0.0000
14	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	2	1	2	0.0005
15	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	2	1	2	0.0005
16	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii)*	Saltapared cola larga	1	0	0	0.0000
17	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	2	1	2	0.0005
18	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	2	1	2	0.0005
19	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	2	1	2	0.0005
20	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	1	0	0	0.0000
N							**63**
N (N-1)							**3906**
Dp							**0.060**
1-Dp							**0.940**

El índice de Simpson nos indica que existe un 6.0% de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 94 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual no habla de una diversidad favorable (diversidad alta).

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.95. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el SA.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	2	0.0317	3.1746	0.1095
2	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	0.0317	3.1746	0.1095
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	10	0.1587	15.8730	0.2922
4	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	0.0794	7.9365	0.2011
5	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	5	0.0794	7.9365	0.2011
6	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	6	0.0952	9.5238	0.2239
7	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	2	0.0317	3.1746	0.1095
8	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	1	0.0159	1.5873	0.0658
9	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	4	0.0635	6.3492	0.1750
10	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	0.0794	7.9365	0.2011
11	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	3	0.0476	4.7619	0.1450
12	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	5	0.0794	7.9365	0.2011
13	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	1	0.0159	1.5873	0.0658
14	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	2	0.0317	3.1746	0.1095
15	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	2	0.0317	3.1746	0.1095

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
16	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii)*	Saltapared cola larga	1	0.0159	1.5873	0.0658
17	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	2	0.0317	3.1746	0.1095
18	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	2	0.0317	3.1746	0.1095
19	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	2	0.0317	3.1746	0.1095
20	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	1	0.0159	1.5873	0.0658
20	**Total**			**63**	**1**	**100**	**2.780**
I. Shannon (H´)							**2.780**
H´ max = Ln S							**2.996**
JH´= H/Hmax							**0.928**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.780, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media, pudiendo alcanzar un estatus de diversidad alta se incrementa el esfuerzo de muestreo. .

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.96 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	20
Abundancia	63
I. Shannon – Wiener (H´)	2.780
^{1}D	**16.11**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 16.11, pues para este caso se registraron un total de 20 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies). Los métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del SA es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de la misma implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, los análisis arrojarán un número estimado de especies de avifauna presentes en el SA en función de la superficie de la misma.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

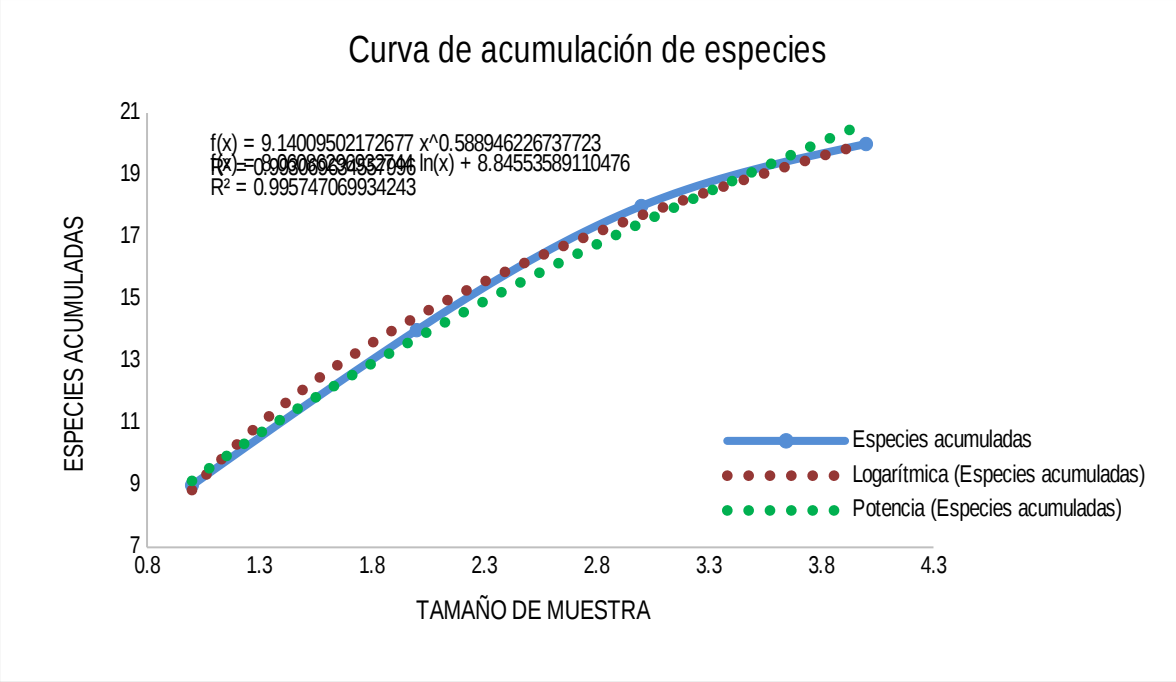


Figura IV.53**.** Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a la construcción de la curva de acumulación y a los valores que muestran cada uno de los modelos (Potencial y logarítmico); se observa un mejor ajuste del modelo logarítmico, el cual presenta un valor de R^2= 0.9957 En razón de lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA.

Cuadro IV.97. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
4	8.8455	8.0609	20

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 20 especies de avifauna en el SA. Lo anterior indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 20 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.98 Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Sistema ambiental

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	EP	1
2	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	LC	Estable	Nativa	Poco común	O	EP	1
3	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	LC	Decreciente	Nativa	Común	H	EE	6
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Decreciente	Nativa	Abundante	H	EE	7
5	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	LC	Desconocida	**CE**	Muy Común	O	DS	3
6	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	3
6	**Total**										**21**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apendice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupacion Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 21 evidencias de actividad masto faunística, tanto rastros como registros visuales, los cuales pertenecen a 6 especies de mamíferos, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, globalmente están catalogados como en Preocupación menor (LC por sus siglas en inglés). Sólo dos especies son consideradas cuasindémica.

La mayoría de las especies presentan abundancia favorable (muy comunes, abundantes o comunes); esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a diversas condiciones, se caracterizan por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados, lo que también les permite actualmente obtener su comida de las áreas antropizadas. Por otro lado, los mamíferos reportados son generalistas y participan en diferentes funciones en los ecosistemas, lo cual también les permite adaptarse al medio donde viven evitando así la competencia.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar ésta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó acabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.99 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA						
ID	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**ni**
1	*Bassariscus astutus*	0	0	2	1	**3**
2	*Didelphis marsupialis*	0	0	1	0	**1**
3	*Sciurus aureogaster*	0	2	1	0	**3**
4	*Sylvilagus audubonii*	2	1	1	2	**6**
5	*Sylvilagus floridanus*	0	3	1	3	**7**
6	*Urocyon cinereoargenteus*	0	0	0	1	**1**
N		**1**	**3**	**5**	**4**	**21**
					Riqueza (S)	**3.25**
					Desviación estándar	**1.71**
					Max ni	**7**
					Dominancia (D)	**0.33**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=3.25 especies y una total de S=21 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.33. A continuación se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

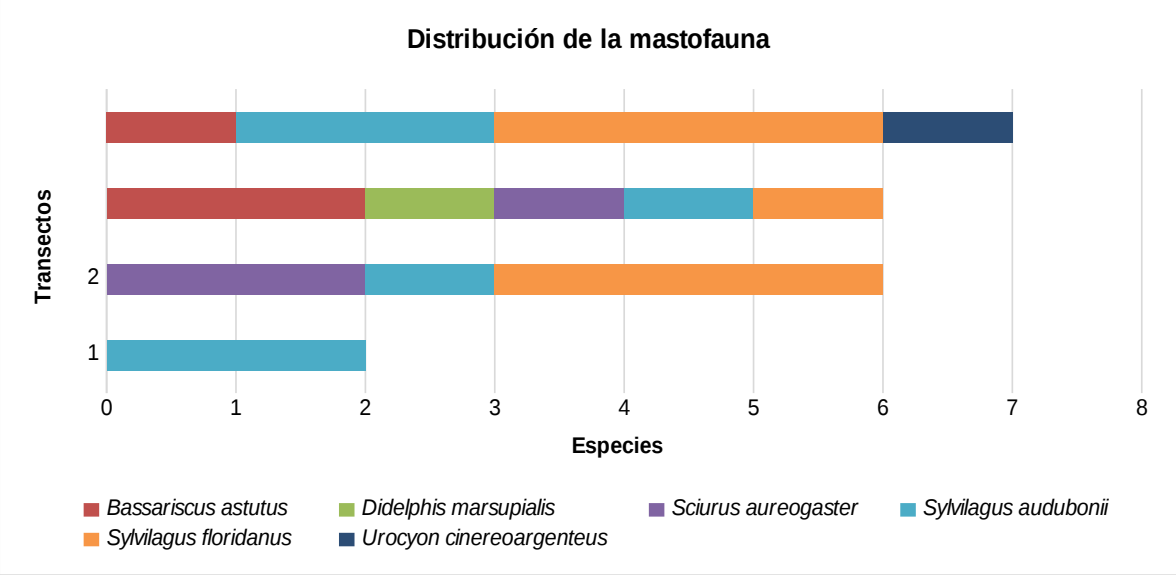


Figura IV.54**.** Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema ambiental.

Cuadro IV.100 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
5	5	6

De las 5 familias de mastofauna registradas, la familia Leporidae presento dos especies.

2. Indice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.101 Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	21
DMg	**1.64**

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.102 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental.

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	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0	0	0.0000
2	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	1	0	0	0.0000
3	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	6	5	30	0.0714
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	7	6	42	0.1000
5	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	3	2	6	0.0143
6	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	3	2	6	0.0143
						N	**21**
						N (N-1)	**420**
						Dp	**0.200**
						1-Dp	**0.800**

El índice de Simpson nos indica que existe un 20 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad del 80 % de que dos individuos sean de diferentes especies, es evidente la influencia de las dos especies con un mayor número de registros.

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.103 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.0476	4.7619	0.1450
2	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	1	0.0476	4.7619	0.1450
3	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	6	0.2857	28.5714	0.3579
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	7	0.3333	33.3333	0.3662
5	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	3	0.1429	14.2857	0.2780
6	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	3	0.1429	14.2857	0.2780
6	**Total**			**21**	**1**	**100**	**1.570**
						I. Shannon (H´)	**1.570**
						H´ max = Ln S	**1.792**
						JH´= H/Hmax	**0.876**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 1.570, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.104.Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	21
I. Shannon – Wiener (H´)	1.570
^{1}D	**4.81**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 4.81, pues para este caso se registraron un total de 6 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

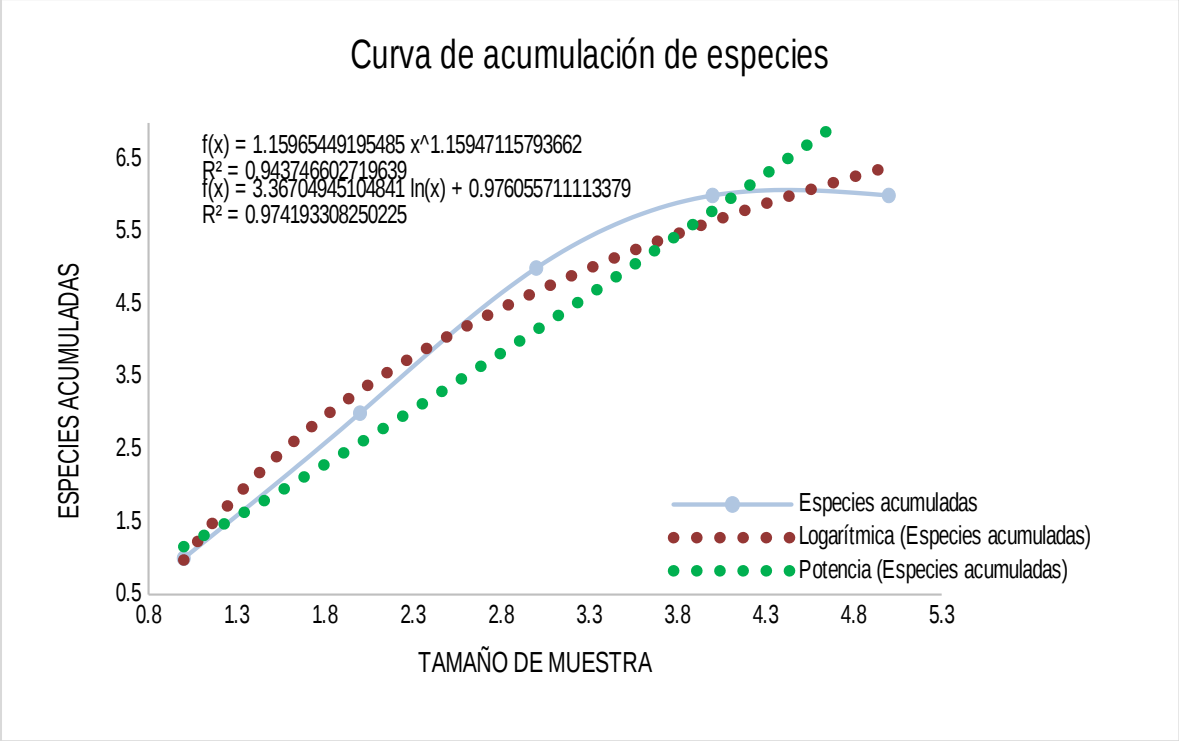


Figura IV.55.Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados en la curva que se muestra previamente, el modelo loagarítmico es el que mejor se ajusta. En razón de lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente.

Cuadro IV.105 Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo Logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
4	0.9761	3.367	6

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 6 especies de mastofauna. Lo anterior indica que se registró el 100 % de las especies que se encuentran estadísticamente en la zona.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registró:

Cuadro IV.106 Listado de especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	**A**	SC	Estable	EN	Rara	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**2**
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	LC	Estable	EN	Rara	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**3**
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC	LC	Estable	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**6**
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	LC	Estable	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**4**
5	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	SC	LC	Estable	EN	Rara	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**2**
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Estable	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**3**
7	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC	LC	Estable	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**4**
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	LC	Estable	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**5**
8	**Total**											**29**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apendice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupacion Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 29 registros visuales, los cuales pertenecen a 8 especies de herpetofauna (**Sauropsidos no aves, *sensu stricto***), de los cuales 4 especies (*Phrynosoma orbiculare, Phrynosoma taurus, Sceloporus grammicus y Aspidoscelis parvisocius*); se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo a La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN); el total de las especies registradas presentan una tendencia poblacional estable y se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC por sus siglas en ingles); por último 6 especies son endémicas de México.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar ésta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó acabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.107 Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema ambiental.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA						
ID	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**4**	**ni**
1	*Aspidoscelis parvisocius*	3	1	1	0	**5**
2	*Aspidoscelis sackii*	0	2	0	2	**4**
3	*Phrynosoma orbiculare*	0	0	2	0	**2**
4	*Phrynosoma taurus*	0	3	0	0	**3**
5	*Sceloporus gadoviae*	0	0	3	3	**6**
6	*Sceloporus grammicus*	2	1	1	0	**4**
7	*Sceloporus spinosus*	0	3	0	0	**3**
8	*Urosaurus bicarinatus*	2	0	0	0	**2**
N		**3**	**5**	**4**	**2**	**29**
					Riqueza (S)	**3.50**
					Desviación estándar	**1.29**
					Max ni	**6**
					Dominancia (D)	**0.21**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=3.50 especies y una total de S=8 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.21. A continuación se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas:

A continuación, se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada transecto.

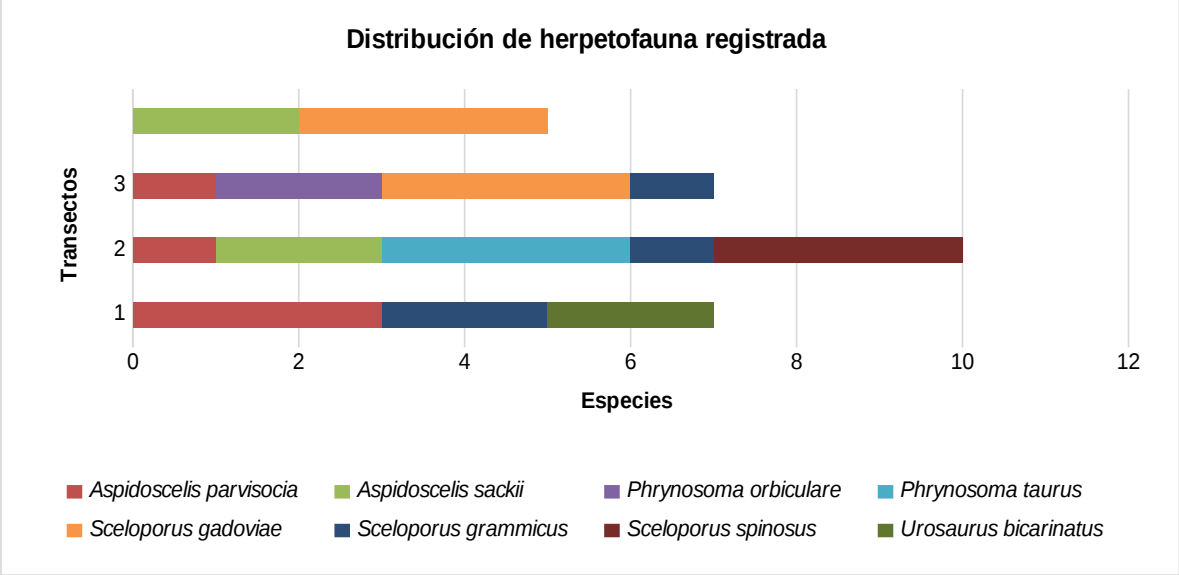


Figura IV.56**.** Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema ambiental.

Cuadro IV.108 Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
2	4	8

Se registró la presencia de 2 familias de herpetofauna, en donde la familia mejor representada fue la Familia Phrynosomatidae con 6 especies.

Cuadro IV.109 Índice de Margalef de la Herpetofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	8
Abundancia	29
DMg	**2.08**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es baja, con un valor de Dmg= 2.48, lo cual no habla de una diversidad media tendiendo a una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.110 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema ambiental.

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	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	2	1	2	0.0025
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	3	2	6	0.0074
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	6	5	30	0.0369

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)**
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	4	3	12	0.0148
5	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	2	1	2	0.0025
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	3	2	6	0.0074
7	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	4	3	12	0.0148
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	5	4	20	0.0246
						N	**29**
						N (N-1)	**812**
						Dp	**0.111**
						1-Dp	**0.889**

El índice de Simpson nos indica que existe un 11.1 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de herpetofauna y una probabilidad del 88.9 % de que dos individuos correspondan a diferentes especies, esto nos habla de una diversidad favorable, al menos en estos cuatro transectos generados.

2. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.111 Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema ambiental.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	2	0.0690	6.8966	0.1844
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	3	0.1034	10.3448	0.2347
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	6	0.2069	20.6897	0.3260
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	4	0.1379	13.7931	0.2732
5	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	2	0.0690	6.8966	0.1844
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	3	0.1034	10.3448	0.2347
7	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	4	0.1379	13.7931	0.2732
8	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	5	0.1724	17.2414	0.3031
8	**Total**			**29**	**1**	**100**	**2.014**
						I. Shannon (H´)	**2.014**
						H´ max = Ln S	**2.079**
						JH´= H/Hmax	**0.968**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.014, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media, tendiendo a una diversidad baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.112 Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema ambiental.

DIVERSIDAD VERDADERA

Métrica	n
S (Riqueza específica)	8
Abundancia	29
I. Shannon – Wiener (H´)	2.014
^{1}D	**7.49**

El SA presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 3.86, lo cual indica un estatus de diversidad alto, ya que se presentaron 4 especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

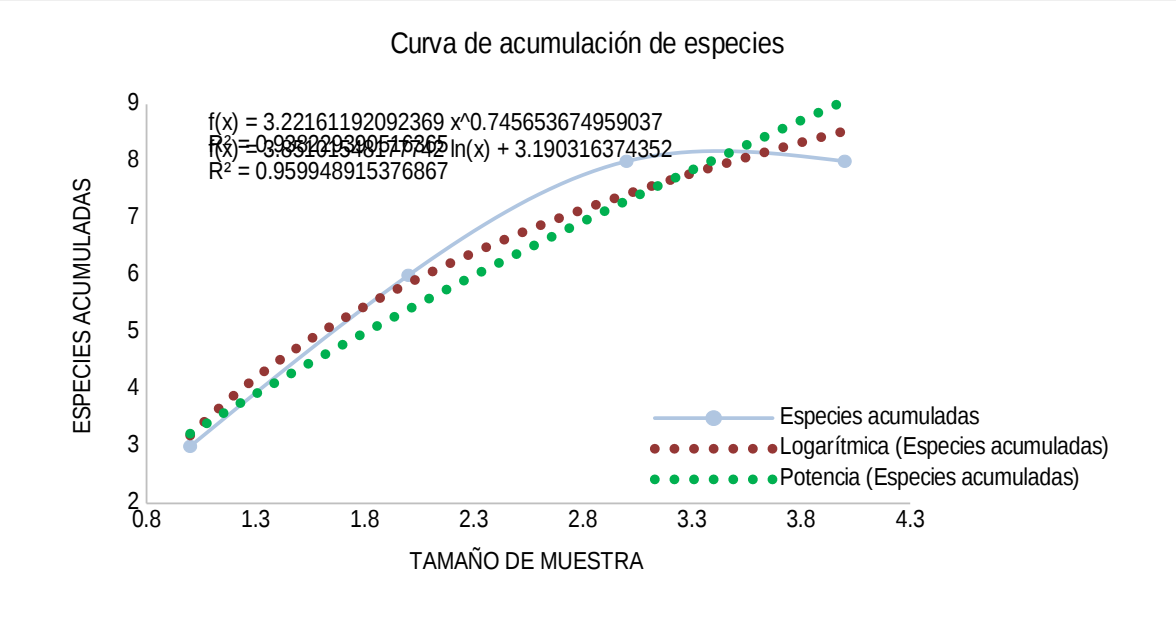


Figura IV.57**.** Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta. En razón de lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en la unidad de análisis.

Cuadro IV.113 Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo Logaritmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
4	3.1903	3.851	9

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 9 especies de herpetofauna Lo anterior indica que no se registró el 100 % de las especies que se encuentran estadísticamente en la zona.

CONCLUSIONES FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL

El SA presentó muy buenos valores de riqueza y diversidad para la avifauna, no así para la herpetofauna y mastofauna, que obtuvieron valores bajos, esto se puede explicar por la perturbación presente en la zona.

De acuerdo a los valores de diversidad proporcional la avifauna presento una equidad que suguiere menor dominancia y mayor diversidad, para el caso de la herpetofauna una mayor equidad respecto a la avifauna y en consecuencia una dominancia media, por último, la mastofauna presentó una mayor dominancia y baja equidad.

Por otro lado, de acuerdo a la riqueza observada y la simulada para la avifauna, las curvas de acumulación muestran que la cantidad de riqueza de especies es la adecuada respecto a los muestreos realizados, no así para la herpetofauna y mastofauna.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (AI) Y ÁREA DE PROYECTO (AP).

Para la toma de datos de la fauna silvestre se tomó en consideración algunos criterior 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)[16].

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 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 del mismo 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.

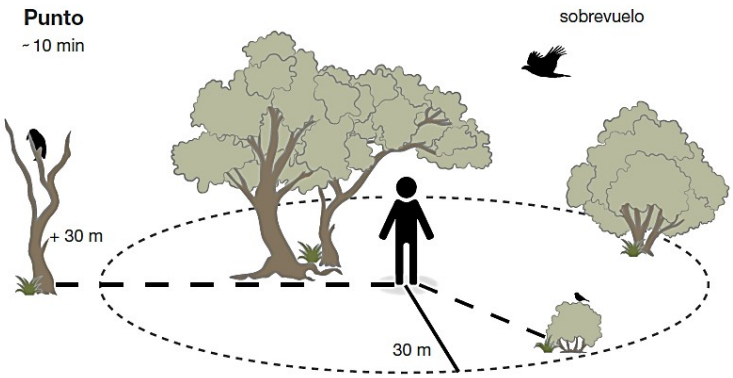


Figura IV.58. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020)[17].

MASTOFAUNA

16 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 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):

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).

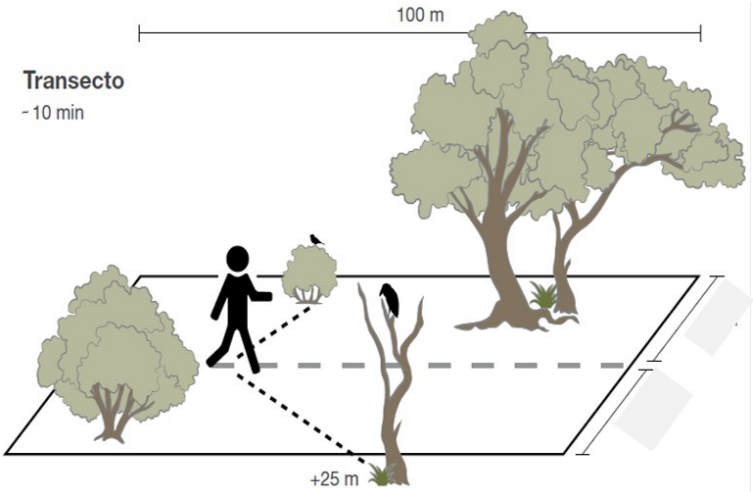


Figura IV.59**.** Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna. Fuente: Ruiz Gutiérrez et al (2020).

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 el gancho herpetológico y un tubo de PVC transparente de un ancho acorde a la parte más

17 Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. 2019. Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.

ancha de la serpiente, para poder realizar la manipulación de ejemplares que podrían resultar peligrosos.

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 CUSTF.

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

- ✓ Palacios-Aguilar, R., & Flores-Villela, O. 2018. An updated checklist of the herpetofauna from Guerrero, Mexico. Zootaxa, 4422(1), 1-24.
- ✓ Canseco Márquez, L, Gutiérrez Mayen, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- ✓ Gutiérrez Mayén, M. G. (2001). Inventario herpetofaunistico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Laboratorio de Herpetología 60.
- ✓ Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., DeSantis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., & Wilson, L. D. 2017. The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4(4), 794-884

Mastofauna

- ✓ Alvarez-Castañeda, S. T., Alvarez, 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.

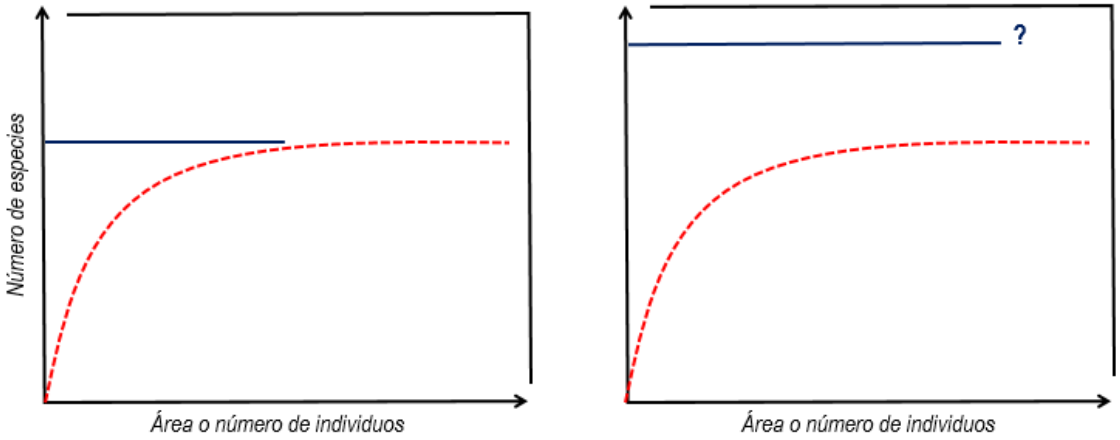


Figura IV.60**.** Curva de acumulación de especies.

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.

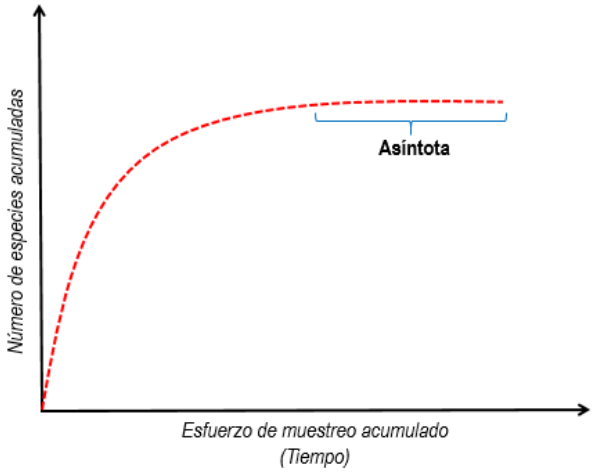


Figura IV.61**.** Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

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:

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).

$$D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{¿(¿-1)}{N(N-1)} \right]$$

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.

$$D = {}^{1}¿ \exp(H´) = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right] ¿$$

^{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 DE INFLUENCIA

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

A continuación, se muestran la ubicación geográfica (Coordenadas UTM) y las medidas de los puntos de observación establecidos en el AI. En resumen, se establecieron 3 Puntos de observación. Para la designación de estos puntos de muestreo se consideraron la presencia de la vegetación característica del AI, el cual se constituye de Vegetación de Bosque de Mezquite.

Cuadro IV.114. Coordenadas geográficas y ubicación de los transectos establecidos en el AI.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
PC1	671191	2039790	Vegetación Bosque de Mezquite
PC2	671192	2039830	
PC3	671213	2039874	
PC4	671109	2039910	

TRANSECTOS

Cuadro IV.115 Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el AI.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
T1	671219.07	2039887.42	Bosque de Mezquite
	671204.38	2039819.52	
T2	671185.42	2039772.25	
	671174.38	2039842.2	
T3	671101.61	2039903.54	
	671168.25	2039933.2	

A continuación, se muestran la ubicación geográfica (Coordenadas UTM) y las medidas de los transectos establecidos en el AI. En resumen, se establecieron 3 transectos de los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

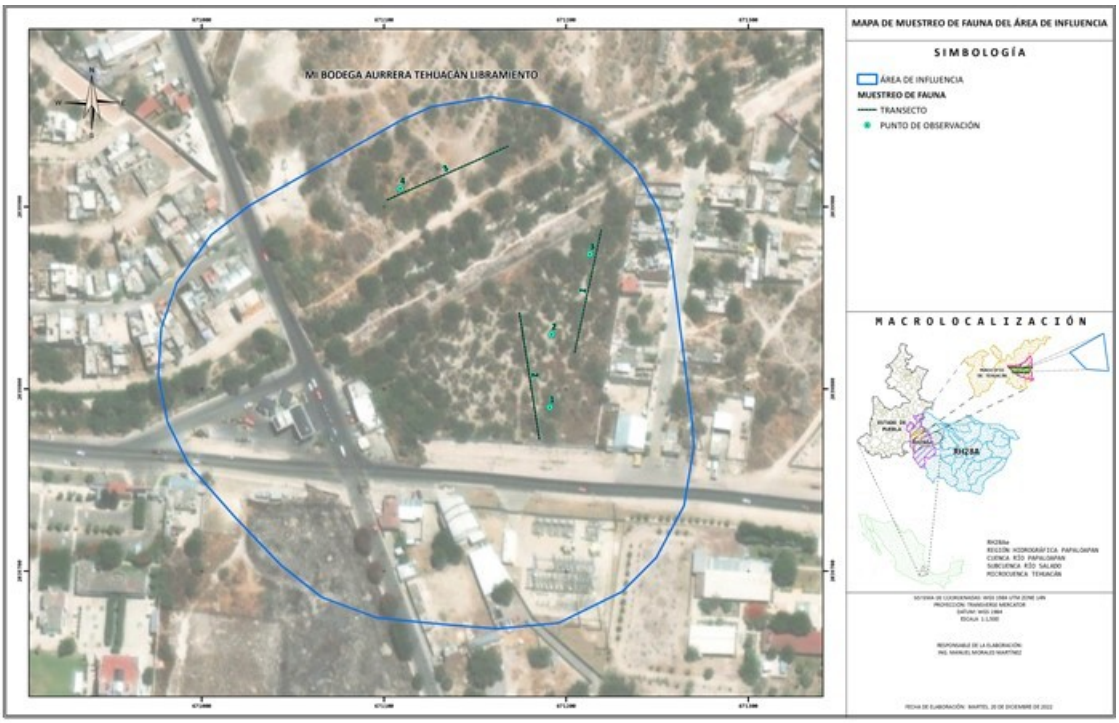


Figura IV.62**.** Sitios de muestreo de fauna en el AI.

MUESTREO REALIZADO EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Se establecieron 3 sitios de muestreo (transectos, puntos de conteo) para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna, tal como se representa enseguida:

Cuadro IV.116 Coordenadas geográficas y ubicación de puntos de observación en el AP.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
PC1	671191	2039790	Bosque de Mezquite
PC2	671192	2039830	
PC3	671213	2039874	

TRANSECTOS

Cuadro IV.117 Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Área de Proyecto.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
T1	671157.34	2039773.65	Bosque de Mezquite
	671146.73	2039852.06	
T2	671136.25	2039774.75	
	671126.6	2039838.8	
T3	671115.68	2039785.22	
	671108.13	2039827.45	

A continuación, se muestran la ubicación geográfica (Coordenadas UTM) y las medidas de los transectos establecidos en el AP. En resumen, se establecieron 3 Transectos de los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

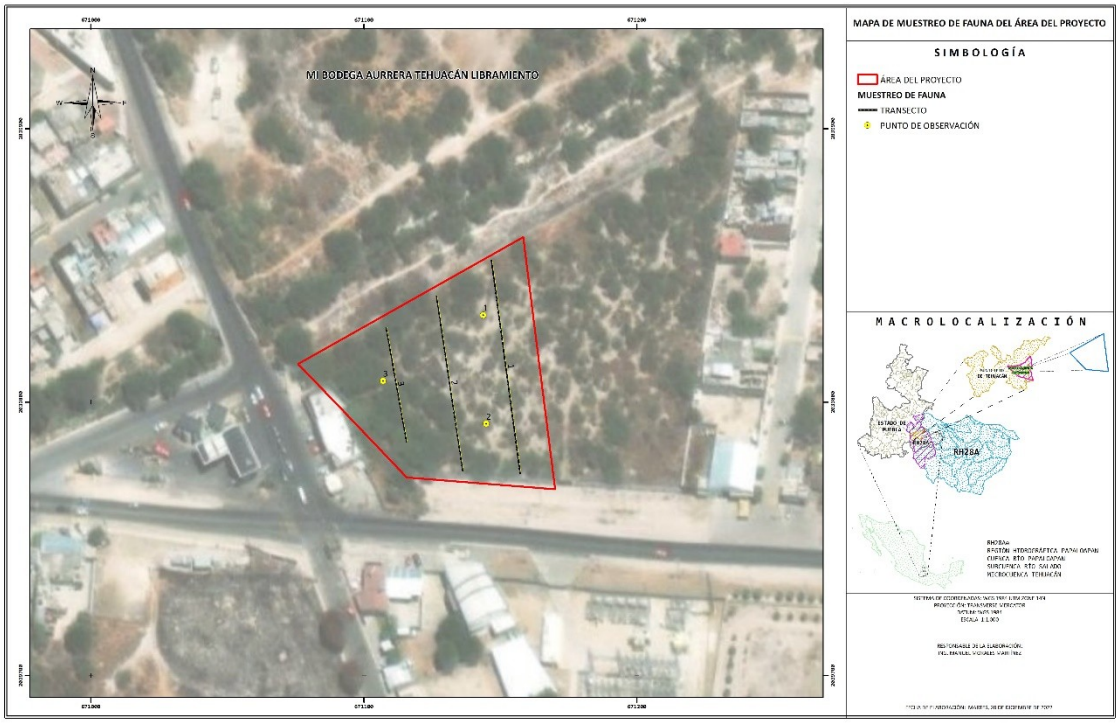


Figura IV.63**.** Sitios de muestreo establecidos fauna en la AP.

FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 3 sitios de muestreo establecidos en el

Cuadro IV.118 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AI.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus					Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUICN	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	11
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	6
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC	Creciente	Introducida	I	Abundante	Gragario	I, G, F	–	3
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	4
5	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Muy Abundante	Gragario	I, Ca, G, F	–	4
6	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	5
6	**TOTAL**												**33**

De las 6 especies de avifauna registradas en el AI es importante señalara que dos especies (*Streptopelia decaocto* y *Passer domesticus*); tienen el estatus de distribución como especies **introducidas y exóticas**, el resto de las espcies son taxones comunes en ambientes urbanos, con una tendencia poblaciones creciente, aunado a lo anterior no se registraron especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar ésta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de avifauna se llevó acabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.119 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AI.

MATRÍZ DE ABUNDANCIA						
ID	**Nombre científico**	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**PC4**	**ni**
1	*Columbina inca*	3	1	6	1	11
2	*Haemorhous mexicanus*	1	2	1		4
3	*Passer domesticus*		2		3	5
4	*Quiscalus mexicanus*			4	0	4
5	*Streptopelia decaocto*	2			1	3
6	*Zenaida asiatica*		2	2	2	6
N		**3**	**4**	**4**	**4**	**33**
Riqueza (S)						**3.75**
Desviación estándar						**0.50**
Max ni						**11**
Dominancia (D)						**0.33**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=3.75 especies y una riqueza total de S=6 especies, con una dominancia de D= 0.33. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas:

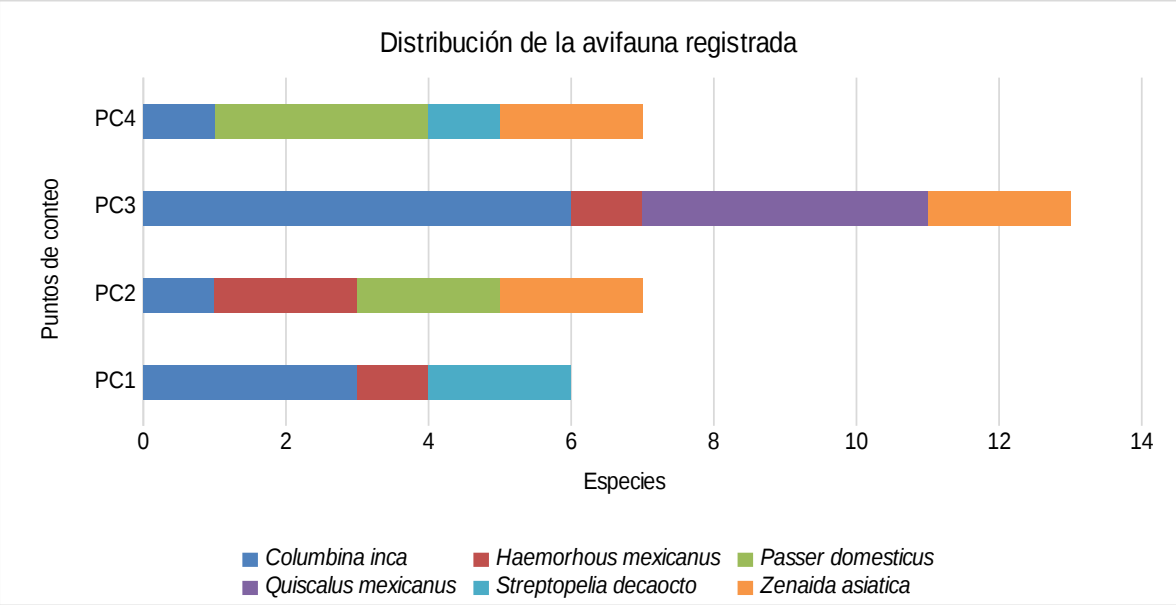


Figura IV.64. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de observación en el que fueron registradas en el AI.

Cuadro IV.120 Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
4	6	6

De las 4 familias de avifauna registradas en el AI, sólo la Familia Columbidae estuvo representada por tres especies, el resto sólo una.

3. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.121 Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	33
DMg	**1.43**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es poco favorable, con un valor de Dmg= 1.43, lo cual habla de una diversidad baja.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.122 Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el AI.

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	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	11	10	110	0.1042
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	6	5	30	0.0284
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	3	2	6	0.0057
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	4	3	12	0.0114
5	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	4	3	12	0.0114
6	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	4	20	0.0189
N							**33**
N (N-1)							**1056**
Dp							**0.180**
1-Dp							**0.820**

El índice de Simpson nos indica que existe un 18.7 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 82.0 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad media).

3. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.123 Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el AI.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	8	0.2500	25.0000	0.3466
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	0.1563	15.6250	0.2900
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	3	0.0938	9.3750	0.2219
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	5	0.1563	15.6250	0.2900
5	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	1	0.0313	3.1250	0.1083
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	1	0.0313	3.1250	0.1083
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	4	0.1250	12.5000	0.2599
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	1	0.0313	3.1250	0.1083
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	2	0.0625	6.2500	0.1733
10	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0.0313	3.1250	0.1083
11	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	1	0.0313	3.1250	0.1083
11	**Total**			**32**	**1**	**100**	**2.123**
I. Shannon (H´)							**2.123**
H´ max = Ln S							**2.398**
JH´= H/Hmax							**0.885**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.123, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.124 Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AI.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	33
I. Shannon – Wiener (H´)	1.692
^{1}D	**5.43**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 5.43, pues para este caso se registraron un total de 6 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

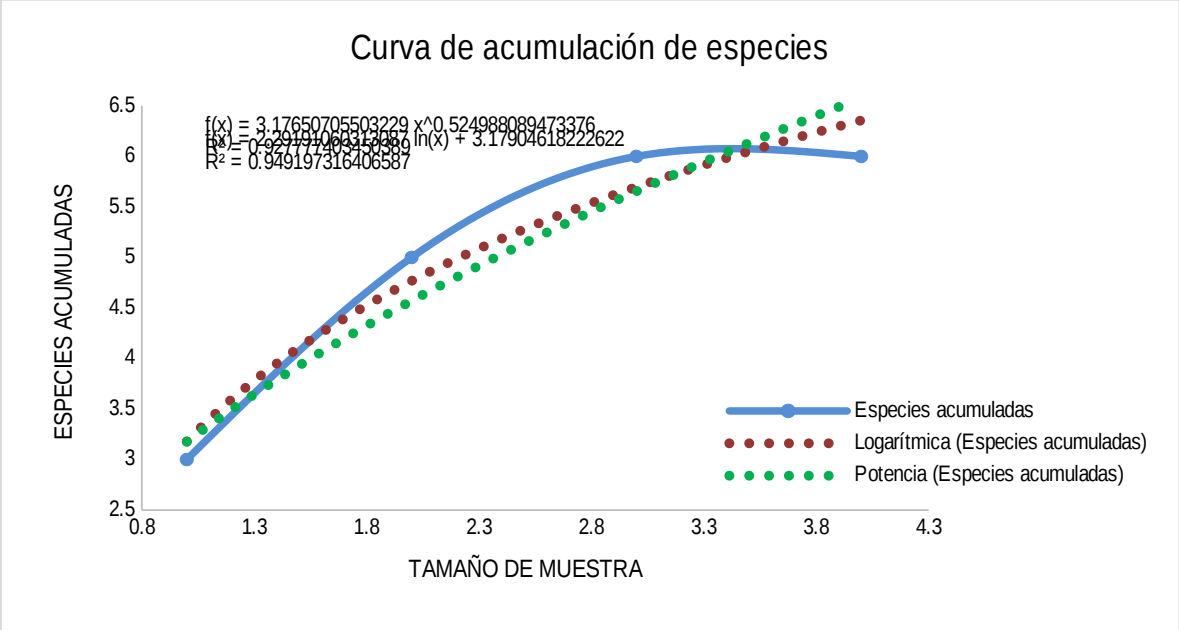


Figura IV.65. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo que mejor se ajusta es el modelo logarírmico en razón de esto, se cálculo la ecuación de *Y* para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AI.

Cuadro IV.125 Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo Logaritmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
4	3.179	2.2919	6

De acuerdo a los dos resultados obtenidos al aplicar la formula *Y* se concluye que se muestreo el 100% de las especies presentes en el área de muestreo.

MASTOFAUNA

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.126 Listado de especies de herepetofauna registradas en los transectos establecidos en el AI.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	H	EE	**2**
2	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	**1**
2	**Total**										**3**

Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 3 evidencias de actividad mastofaunística (rastros), los cuales pertenecen a 2 especies de mamíferos, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; globalmente están catalogados como en Preocupación menor (LC por sus siglas en inglés); con tendencias poblacionales favorables (creciente y estable). Estas especies fueron registradas en un área la cual presenta una condición ambiental con degradación, con avidencias de perros domesticos (Canis lupus familiaris); situación que puede estar afectando las poblaciones de mamíferos y de otros grupos biológicos, Sciurus aureogaster es considerada una especie sinantrópica esto quiere decir que se adaptan con facilidad a ambientes antropizados.

Dado que los registros son escasos, los índices de diversidad nos arrojaron valores que indiquen una baja diversidad por ello no se describen, sin embargo, en el ANEXO IV. DIVERSIDAD_AI., se incluye la memoria de cálculo con los índices respectivos de este grupo biológico.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en los 6 transectos establecidos en el AI:

Cuadro IV.127 Listado de especies de herpetofauna registradas en el AI. SC (Sin categoría); Pr (Sujeta a protección especial); A (Amenazada; P (Peligro de extinción); EN (Endémico).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**3**
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius**	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**4**
2	**Total**											**7**

Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

En el AI sólo se eobtuvieron siete registros de herpetofauna, las cuales corresponden a dos especies (Sceloporus spinosus y *Aspidoscelis parvisocius*), en razón de esto es de esperarse que los estadísticos nos arrojen resultados poco favorables, con valores que se interpretarían como un área con poca diversidad, sin embargo, en el ANEXO IV. DIVERSIDAD_AI se integran los calculos realizados con estas dos especies.

Cabe señalar que la especie *A. gularis*, se encuentra en la categioría de Protección especial (Pr); de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; misma que guarda un estatus de especie endémica de México con registros solamente en la región de Tehucán.

FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE PROYECTO (AP)

AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 3 sitios de muestreo establecidos en el AP.

Cuadro IV.128 Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus						Abund.	Sociabilidad	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	CITES	Ten. Pob.	Distr.	Resi.					
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	EE	8
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	EE	5
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC	SC	Creciente	Exótica-Invasora	R	Abundante	Gragario	I, G, F	–	3
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	EE	5
5	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	LC	SC	Decreciente	Nativa	R	Abundante	Solitario	F-I	EE	1
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	LC	SC	Estable	Nativa	R	Común	Solitario	I	EE	1
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	SC	Decreciente	Exótica-invasora	R	Abundante	Gregaria	I-G	EE	4
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	LC	SC	Creciente	EN	R	Poco común	Solitario	I, G, F	EE	1
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC	SC	Creciente	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	EE	2
10	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	LC	SC	Desconocida	Nativa	R	común	Solitario	N	EE	1
11	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	LC	SC	Desconocida	EN	R	Poco común	Solitario	I	EE	1
11	**TOTAL**													**32**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

En los tres puntos de conteo establecidos en el AP se registró un total de 32 individuos que corresponden a 11 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A nivel global de acuerdo a La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUICN); ninguna de las especies registradas presenta un estatus desfavorable de conservación. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, 7 especies presentan una tendencia poblacional favorable (creciente, estable); se

desconoce la tendencia poblacional de dos especies y dos presentan un estatus desfavorable (decreciente). Aunado a lo anterior, se registraron dos especies endémicas, dos especies exóticas-invasoras y dos que son migrantes invernales o de verano.

Recordemos que la avifauna es un grupo biológico con amplia movilidad, pero también es muy susceptible a cambios en el ambiente, por ello responde a que se encontrará una mayor diversidad de acuerdo al estado de conservación del ambiente que se analice, las especies que se pueden a apreciar en esta parte del AP, también se pueden observar en algunos terrenos baldíos en la urbe, presenta hábitos tróficos variados por lo que pueden estar presentes en diversos estratos.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar ésta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de avifauna se llevó acabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

2. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.129 Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el AP

MATRÍZ DE ABUNDANCIA					
ID	**Nombre científico**	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**ni**
1	*Campylorhynchus jocosus*	0	1	0	1
2	*Columbina inca*	2	2	4	8
3	*Haemorhous mexicanus*	1	3	1	5
4	*Hylocharis leucotis*	0	1	0	1
5	*Melanerpes hypopolius*	0	0	1	1
6	*Mimus polyglottos*	1	0	0	1
7	*Passer domesticus*	1	3	0	4
8	*Polioptila caerulea*	0	0	2	2
9	*Streptopelia decaocto*	2	1	0	3
10	*Toxostoma curvirostre*	0	0	1	1
11	*Zenaida asiatica*	1	3	1	5
N		**6**	**7**	**6**	**32**
Riqueza (S)					**6.33**
Desviación estándar					**0.58**
Max ni					**8**
Dominancia (D)					**0.25**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=6.33 especies y una riqueza total de S=11 especies, con una dominancia de D= 0.25. A continuación se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas:

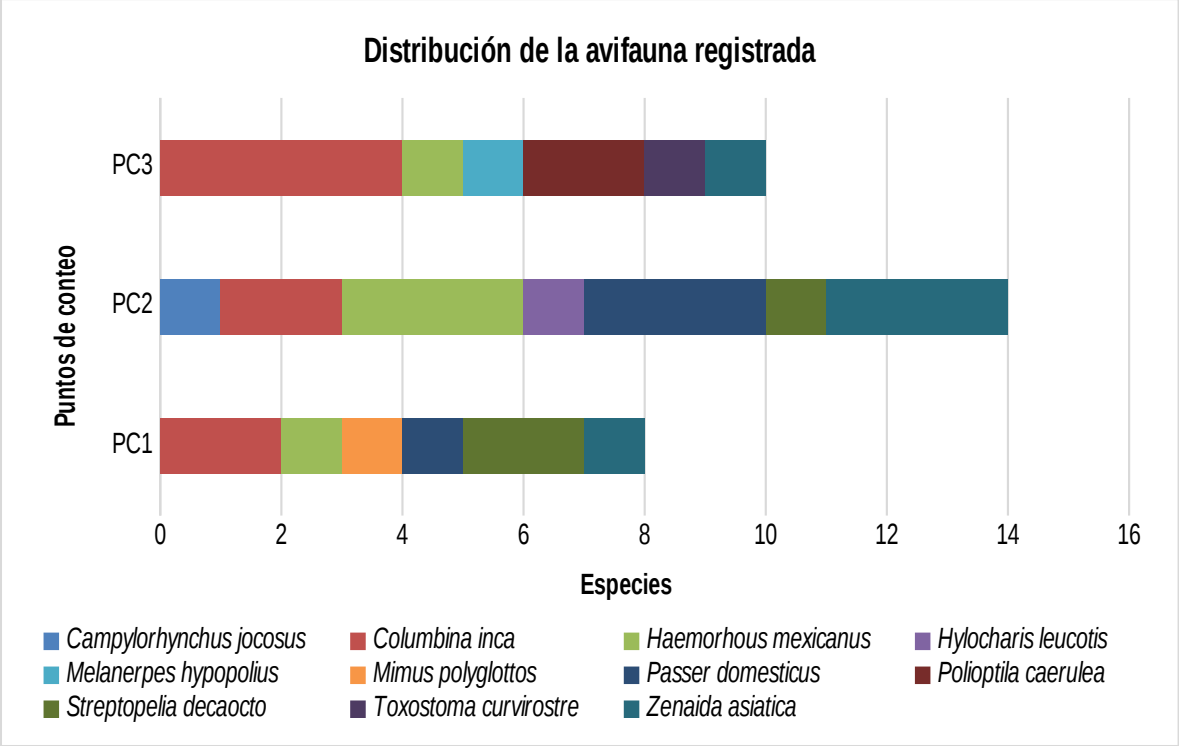


Figura IV.66**.** Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el AP.

Cuadro IV.130 Riqueza específica de la avifauna registrada en el AP.

Familias	Géneros	Especies
8	11	11

De las 8 familias de avifauna registradas; sólo dos estuvieron representadas por más de una especie, y el resto sólo una. Las familias más diversas corresponden a la Familia Columbidae con tres especies y la Familia Mimidae con dos especies.

4. Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.131 Índice de Margalef de la avifauna registrada

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	11
Abundancia	32
DMg	**2.89**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos es favorable, con un valor de Dmg= 2.89, lo cual habla de una diversidad media, con un incremento a diversidad alta.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

2. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.132 Cálculo Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el AP.

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	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	8	7	56	0.0565
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	4	20	0.0202
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	3	2	6	0.0060
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	5	4	20	0.0202
5	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	1	0	0	0.0000
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	1	0	0	0.0000
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	4	3	12	0.0121
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	1	0	0	0.0000
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	2	1	2	0.0020
10	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0	0	0.0000
11	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	1	0	0	0.0000
N							**32**
N (N-1)							**992**
Dp							**0.117**
1-Dp							**0.883**

El índice de Simpson nos indica que existe un 11.7 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de ave y una probabilidad del 88.3 % de que dos individuos sean de diferentes especies, lo cual nos habla de una diversidad favorable (diversidad media).

4. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.133 Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el AP.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	8	0.2500	25.0000	0.3466
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	0.1563	15.6250	0.2900
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	3	0.0938	9.3750	0.2219
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	5	0.1563	15.6250	0.2900
5	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	1	0.0313	3.1250	0.1083
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	1	0.0313	3.1250	0.1083
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	4	0.1250	12.5000	0.2599
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	1	0.0313	3.1250	0.1083
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	2	0.0625	6.2500	0.1733
10	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0.0313	3.1250	0.1083

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
11	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	1	0.0313	3.1250	0.1083
11	**Total**			**32**	**1**	**100**	**2.123**
I. Shannon (H´)							**2.123**
H´ max = Ln S							**2.398**
JH´= H/Hmax							**0.885**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 2.123, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción favorable, lo que se puede traducir como una diversidad media.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.134 Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el AP.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	11
Abundancia	32
I. Shannon – Wiener (H´)	2.123
^{1}D	**8.36**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 8.36, pues para este caso se registraron un total de 11 especies.

✓ ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies e individuos que se esperarían obtener de acuerdo al esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación). Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies e individuos de avifauna presentes en el AP en función del muestreo del mismo.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

ESPECIES

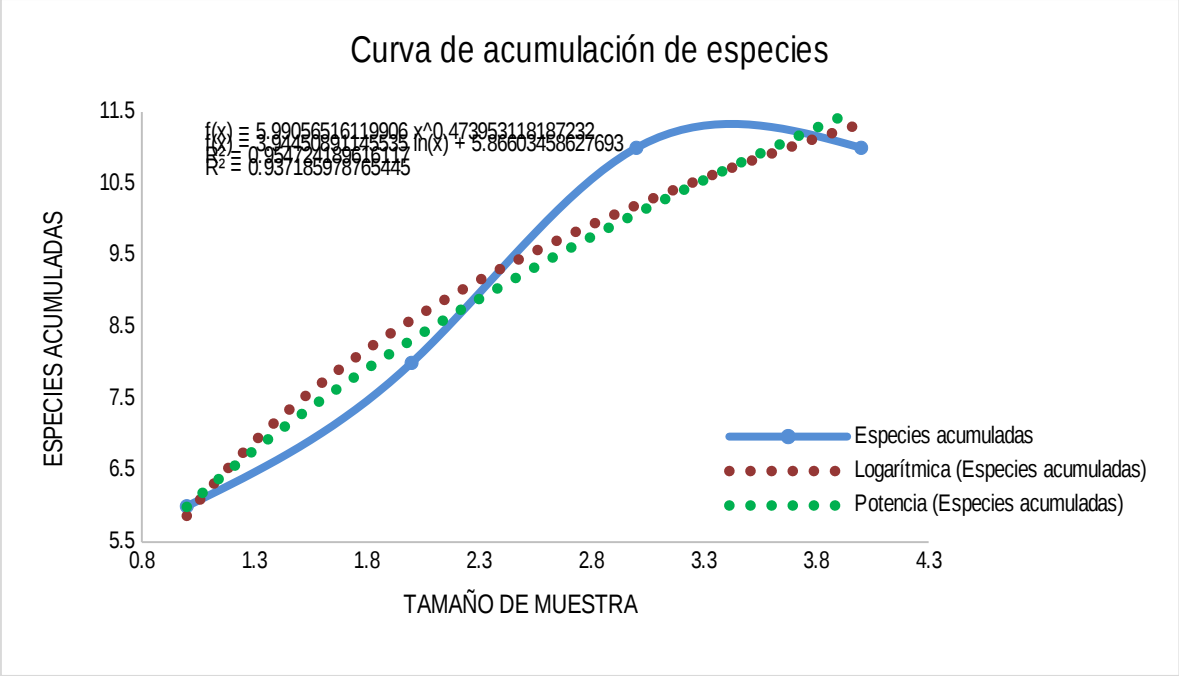


Figura IV.67**.** Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a la construcción de la curva de acumulación y a los valores que muestran cada uno de los modelos (Potencial y logarítmico); se observa un mejor ajuste del modelo potencial, el cual presenta un valor de R^2= 0.9547 En razón de lo anterior se calculó la formula correspondiente a Y para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AP..

Cuadro IV.135 Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	0.474	5.9906	10

El modelo Potencial arroja como resultado una riqueza específica de 10 especies de avifauna. Lo anterior indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente

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.136 Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abundancia	Alim.	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.				
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	LC	Desconocida	**CE**	Muy Común	O	DS	**1**
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo de desierto	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	H	EE	**3**
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC	Estable	Nativa	Común	O	DS	**1**
3	**Total**										**5**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apéndice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 5 evidencias de actividad mastofaunística, tanto rastros como registros visuales, los cuales pertenecen a 3 especies de mamíferos, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, globalmente están catalogados como en Preocupación menor (LC por sus siglas en inglés). Sólo dos especies son consideradas cuasindémica.

La mayoría de las especies presentan abundancia favorable (muy comunes, abundantes o comunes); esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a diversas condiciones, se caracterizan por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados, lo que también les permite actualmente obtener su comida de las áreas antropizadas. Por otro lado, los mamíferos reportados son generalistas y participan en diferentes funciones en los ecosistemas, lo cual también les permite adaptarse al medio donde viven evitando así la competencia

2. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD.

Para estimar la diversidad de una comunidad biológica, es necesario presentar tres tipos de métricas; las cuales hacen referencia al número de entidades distintas que existen (riqueza específica, índice de Margalef), el número de entidades distintas que existen en relación a su abundancia relativa (índices de diversidad proporcional: índice de Simpson y Shannon-Wiener) y la distribución de la abundancia de cada una de las especies en la comunidad (equidad y dominancia). Es imperativo considerar que un solo análisis no será suficiente para tomar ésta decisión, esto se debe a que los valores de las métricas son interdependientes entre ellos. Por lo tanto, la determinación de la diversidad de mastofauna se llevó acabo estableciendo los niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional, equidad y dominancia, y finalmente un análisis de diversidad verdadera y un modelo predictivo del esfuerzo de muestreo (Curva de acumulación de especies: modelo potencial y logarítmico).

RIQUEZA

1. Riqueza específica (S)

Cuadro IV.137 Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el AP

MATRÍZ DE ABUNDANCIA					
ID	**Nombre científico**	**1**	**2**	**3**	**ni**
1	*Didelphis marsupialis*	0	1	0	**1**
2	*Sylvilagus audubonii*	1	1	1	**3**
4	*Sciurus aureogaster*	0	1	0	**1**
N		**1**	**3**	**1**	**5**
				Riqueza (S)	**1.67**
				Desviación estándar	**1.15**
				Max ni	**3**
				Dominancia (D)	**0.60**

Se obtuvo un promedio de riqueza de S=1.67 especies y una total de S=3 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos se obtuvo el nivel de dominancia de D= 0.60. A continuación se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas.

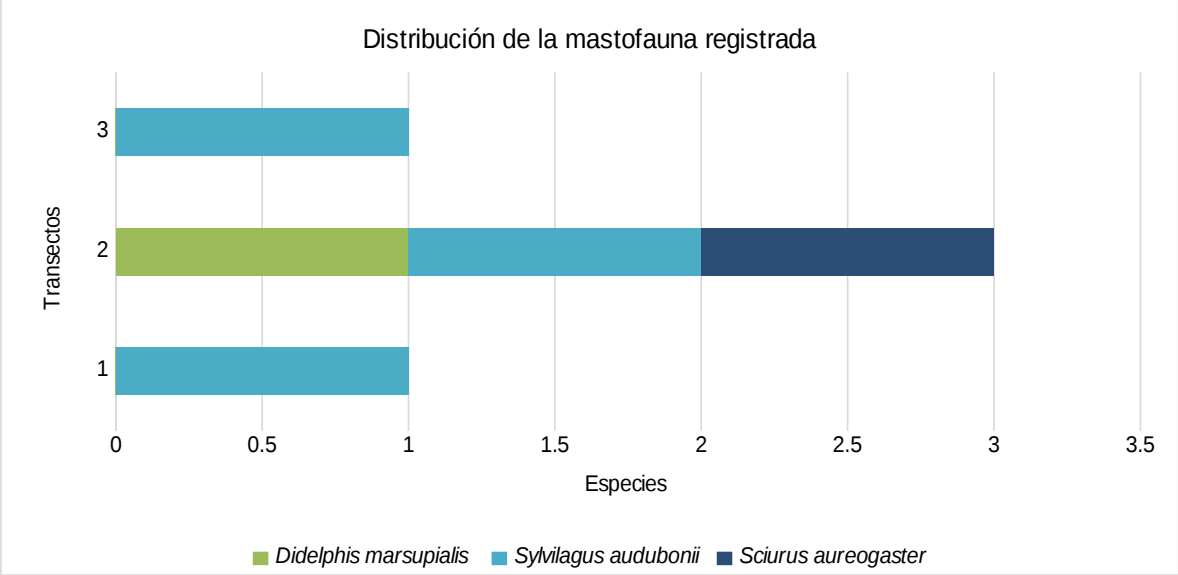


Figura IV.68**.** Distribución de los individuos de herpetofauna en los transectos en el que fueron registrados en el AP.

Cuadro IV.138 Riqueza específica de mastofauna en el AP

Familias	Géneros	Especies
3	3	3

Se registraron tres familias con una especie cada una.

Índice de Margalef (Dmg)

Cuadro IV.139 Índice de Margalef de la mastofauna registrada.

ÍNDICE DE MARGALEF	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	5
DMg	**1.24**

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

1. Dominancia

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.140 Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el AP.

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	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	**1**	0	0	0.0000
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo de desierto	**3**	2	6	0.3000
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	**1**	0	0	0.0000
						N	**5**
						N (N-1)	**20**
						Dp	**0.300**
						1-Dp	**0.700**

El índice de Simpson nos indica que existe un 30 % de probabilidad de que dos individuos registrados correspondan a la misma especie de mamífero y una probabilidad del 70% de que dos individuos sean de diferentes especies, es evidente la influencia de las dos especies con un mayor número de registros y las condiciones de la unidad de análisis.

3. Equidad

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.141 Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el AP.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	1	0.2000	20.0000	0.3219
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo de desierto	3	0.6000	60.0000	0.3065
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	1	0.2000	20.0000	0.3219
3	**Total**			**5**	**1**	**100**	**0.950**
						I. Shannon (H´)	**0.950**
						H´ max = Ln S	**1.099**
						JH´= H/Hmax	**0.865**

El índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de H´= 0.950, ello responde a que la diversidad presente guarda una proporción poco favorable, lo que se puede traducir como una diversidad baja.

DIVERSIDAD VERDADERA

Cuadro IV.142 Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el AP.

DIVERSIDAD VERDADERA	
Métrica	**n**
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	5
I. Shannon – Wiener (H´)	0.950
^{1}D	**2.59**

De acuerdo al índice de diversidad verdadera se obtuvo un estatus de diversidad favorable, con un valor de 1D= 2.59, pues para este caso se registraron un total de 3 especies.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de puntos de conteo establecidos (curvas de acumulación de especies).

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

ESPECIES

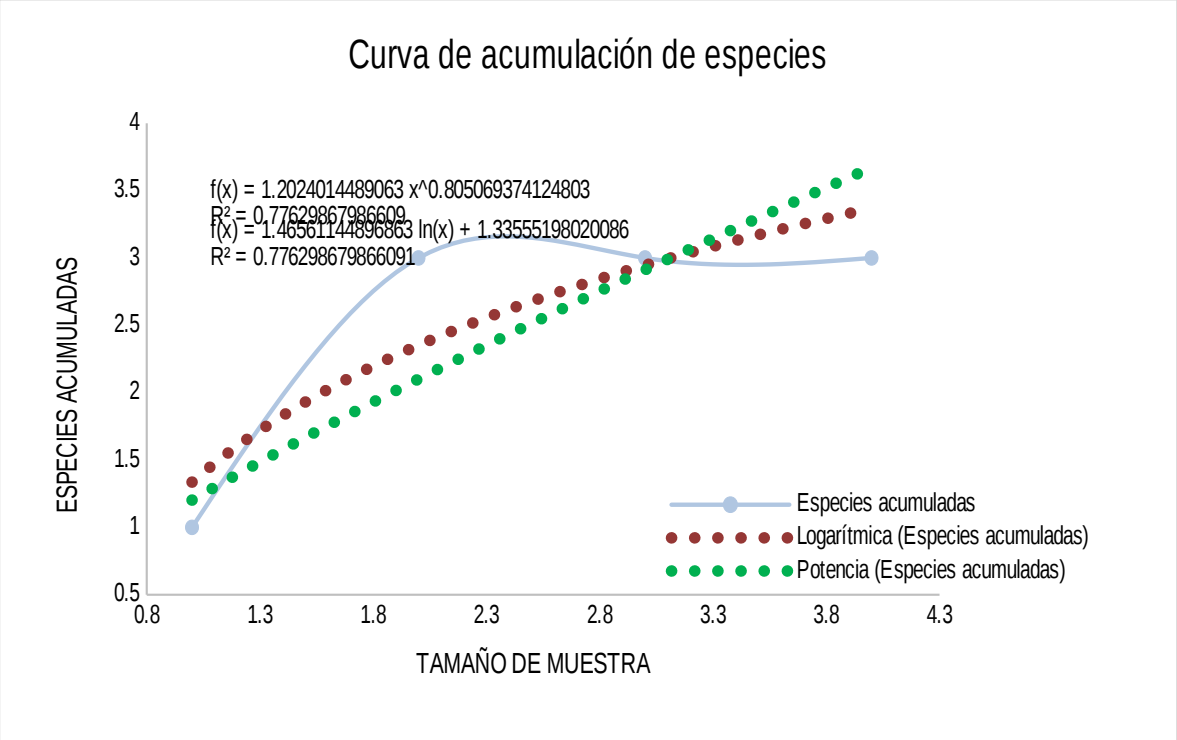


Figura IV.69**.** Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados en la curva que se muestra previamente, ninguno de los modelos se ajusta, esto es resultado de la baja diversidad que impera en el área sujeta CUSTF, recordemos que se trata de un área aislada e inmersa en la urbe, por lo tanto, se ejerce una presión antropogénica considerable sobre este grupo de fauna.

Cuadro IV.143 Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
6	0.6967	0.8465	3

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 3 especies de herpetofauna en el AP. Lo anterior indica que se registró el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 3 especies.

HERPETOFAUNA

3. LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron.

Cuadro IV.144 Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el AP.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus				Abund.	Alim.	Microhábitat	Imp. Eco.	No. registros
				NOM-059	IUCN	Ten. Pob.	Distr.					
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC	Desconocida	Nativa	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**2**
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius**	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	LC	Desconocida	EN	Común	I	Roca/Suelo/Pasto	EE	**6**
2	**Total**											**8**

Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); Sujetas a protección especial (Pr); Sin categoría (SC), Preocupación menor (LC); Apéndice I (I); Apéndice II (II), Apendice III (III); .Datos Insuficientes (DD); Preocupacion Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En peligro crítico (CR); Extinto en estado silvestre (EW); Extinto (EW); No evaluado (NE); Sin Categoría (SC); Endémica (EN); Cuasindémica (CE); Nativa (NA); Residente (R); Migrante (MI), Granívora (G); Frugívora (F); Insectívora; Carnívoro (C); Omnívoro (O); Equilibrio ecológico (E.E); Dispersor de semillas (DS); Regulador de poblaciones (RP).

Se registró un total de 8 registros visuales, los cuales pertenecen a 2 especies de herpetofauna (**Sauropsidos no aves, *sensu stricto***), de los cuales una especie (*Aspidoscelis parvisocius*); se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo a La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN); el total de las especies registradas presentan una tendencia poblacional estable y se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC por sus siglas en ingles); por último, una especie es endémicas de México.

Dado que la herpetofauna registrada se limita a dos especies, no es factible realizar los índices de diversidad, dado que es de suponerse que los índices nos indicaran una baja diversidad. La tasa baja de registros es producto de la perturbación y las barreras física generadas por el hombre en el AP.

Una de las especies registradas corresponde a *Aspidoscelis parvisocius*, con seis registros la cual se encuentra en Pr especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo que es imperativo que se asegure la supervivencia de esta especie con acciones de rescate y reubicación.

.

CONCLUSIONES

Una vez realizado cada uno de los estadísticos e interpretado los resultados se concluye que:

El AP presenta una diversidad poco favorable sólo para la avifauna, registrando un total de 11 especies y desfavorable para el caso de la mastofauna y herpetofauna, los cuales se presentaron una riqueza de 3 y 2 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 con tendencia a la baja.

Fue registrada una especie que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondiente al grupo de herpetofauna (sauropsidos no aves, *sensu stricto*); por lo que es imperativo que se asegure su supervivencia por medio de acciones de rescate y reubicación.

IV.3.1.2.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL)

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los principales aspectos encontrados de la fauna silvestre en el AP, AI y SA.

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo a las especies registradas en el AP, AI y SA, se encontraron cuatro especies de vida silvestre que se estén enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; de las cuales sólo una fue registrada en el área sujeta en el AP y AI, la cual corresponde a *Aspidoscelis parvisocius*, con la categoría de protección especial (Pr).

Cuadro IV.145 Especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	N° de registros		
					AP	AI	SA
1	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	**6**	**4**	**5**
2	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	**A**	0	0	**2**
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	0	0	**3**
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	0	0	**4**

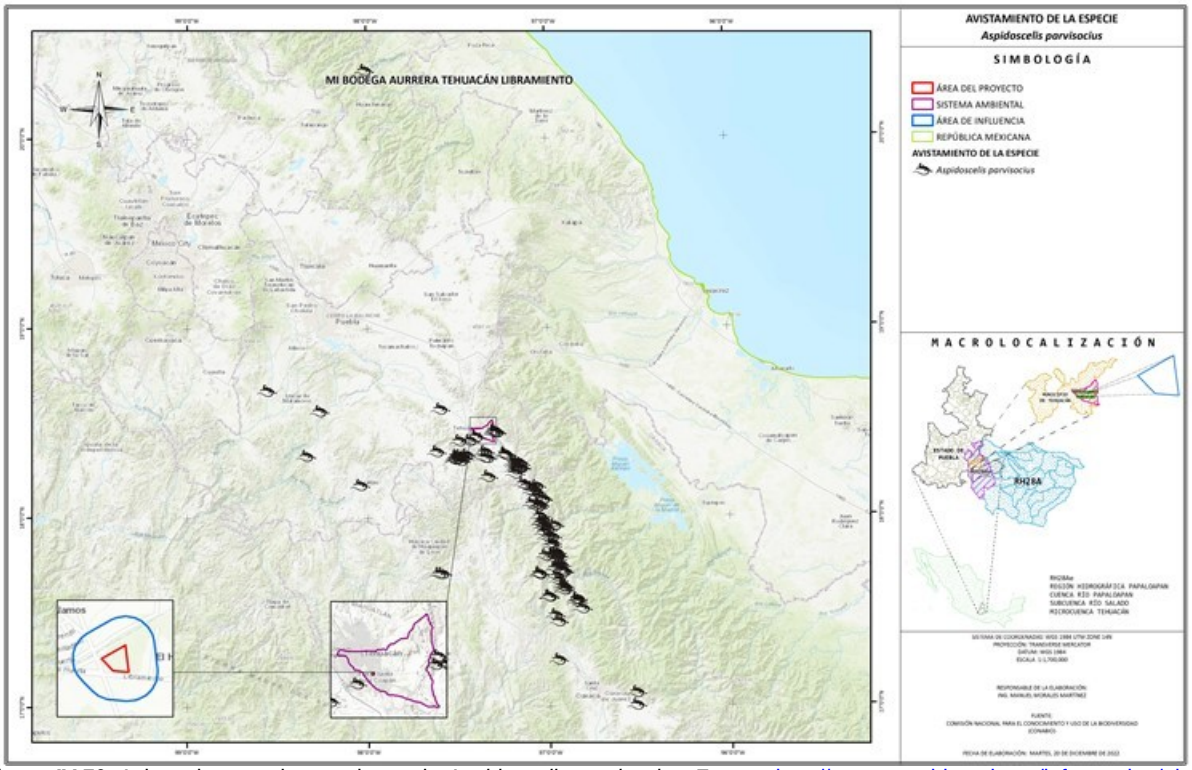


Figura IV.70**.** Avistamiento u observaciones de *Aspidoscelis parvisocius*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ .

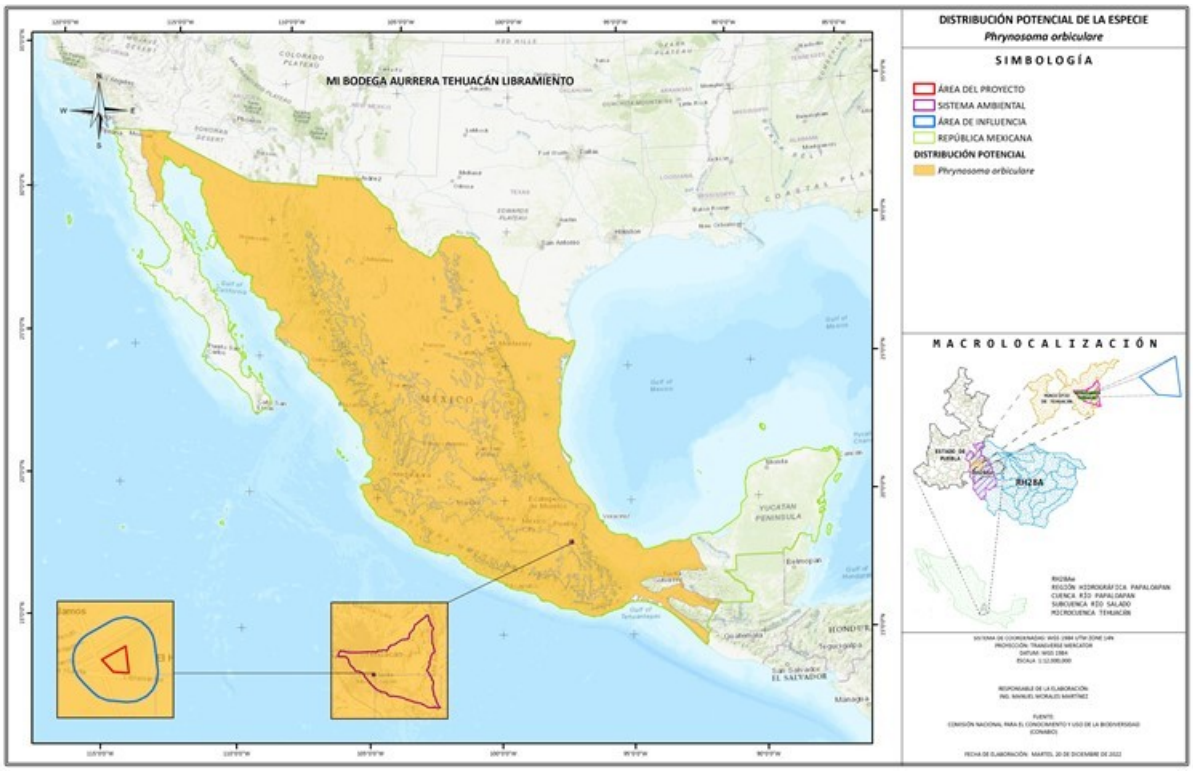


Figura IV.71**.** Distribución potencial permanente de *Phrynosoma orbiculare.* Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

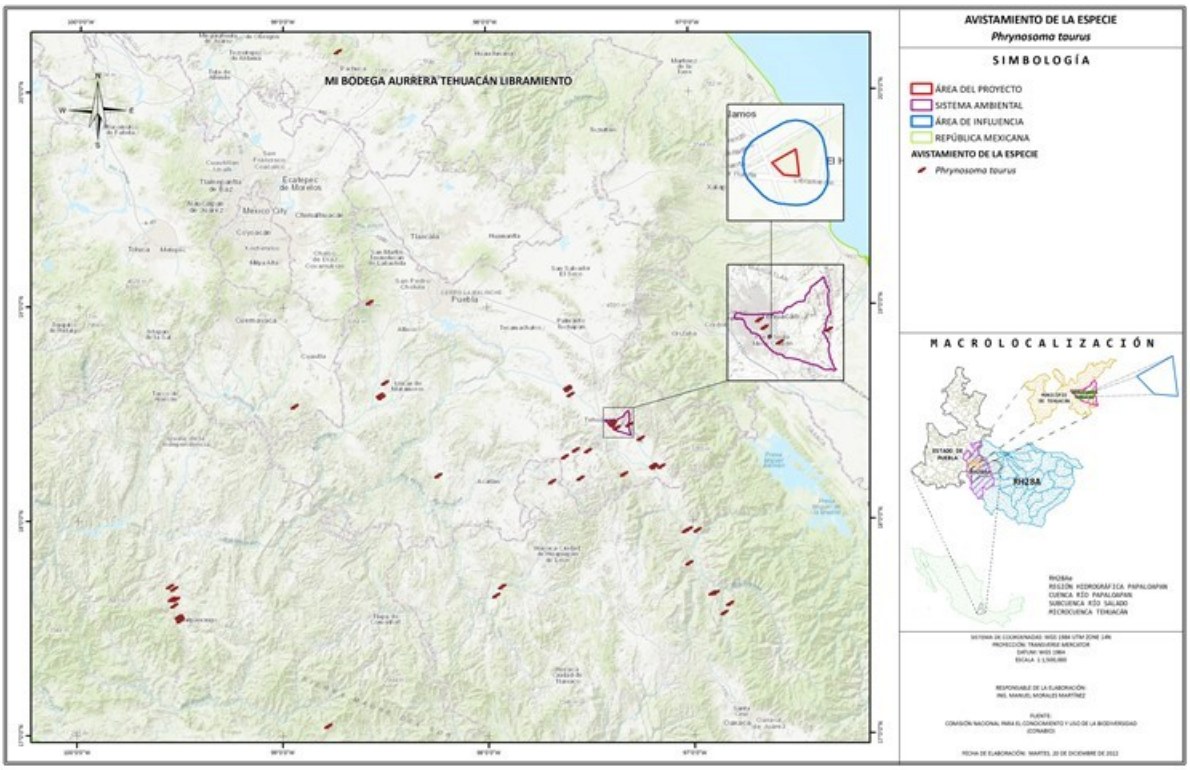


Figura IV.72**.** Avistamiento u observaciones de *Phrynosoma taurus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

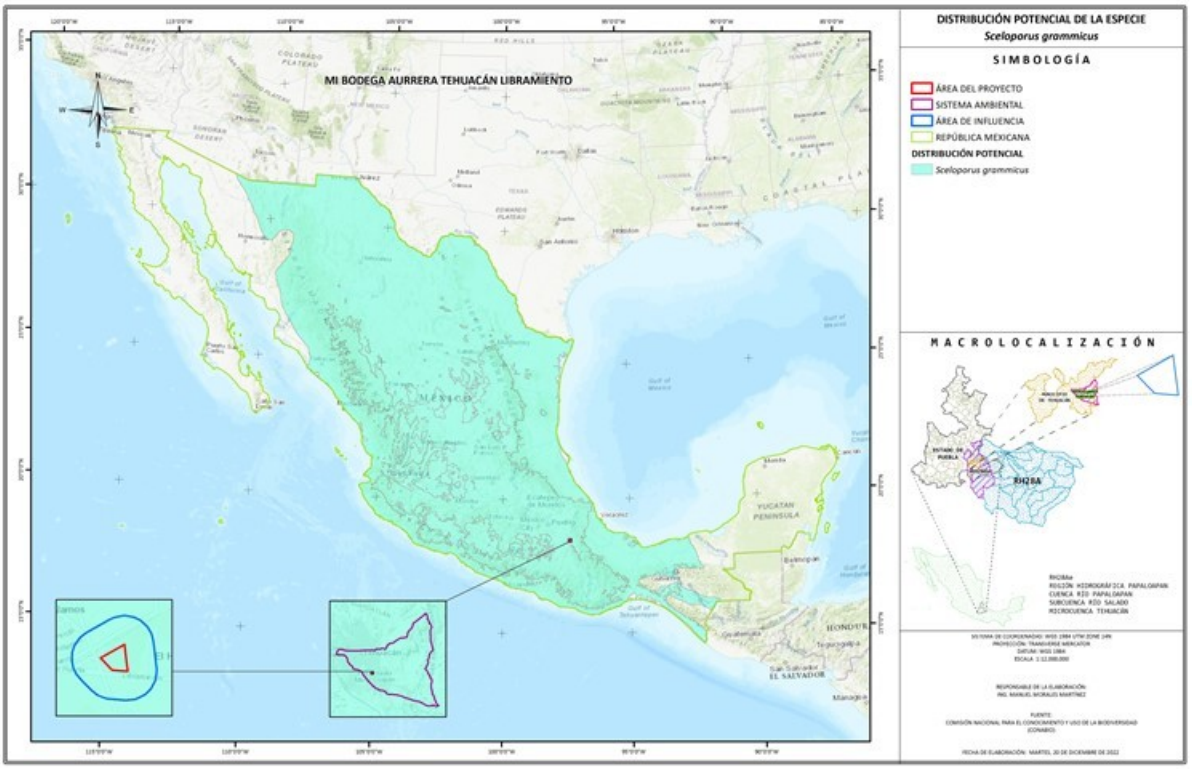


Figura IV.73**.** Distribución potencial permanente de *Sceloporus grammicus*. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ .

Como se observa en el cuadro y figuras anteriores, las especie *Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus grammicus* son especies que presentan distribuciones amplias, por otro lado las especies *Aspidoscelis parvisocius* y *Phrynosoma taurus* presentan registros escasos en la región de Tehuacán, siendo así especies de importancia para la conservación, pues el conocimiento generado sobre sus historias naturales es escaso.

Cabe recalcar que sólo una de las especies mencionadas con antelación se registró en el área sujeta a AP, por lo tanto, se debe de prever el rescate y reubicación de esta especie a como de las que se lleguen a encontrar durante el desarrollo del proyecto y asegurar la supervivencia de los ejemplares.

FAUNA EN LA CITES

Cuadro IV.146 Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	N° de registros		
					AP	AI	SA
1	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	II	0	0	**2**
2	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	II	0	0	**1**
3	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	II	0	0	**2**
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	II	**1**	0	**2**

Del total de especies registradas para el AP, AI y SA, cuatro de ellas se encuentran listadas en el Apendice II de la Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (por su siglas en inglés CITES[18]). 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.

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 estas métricas en las tres unidades de análisis.

A continuación, se presentan por unidad de estudio (AP, AI y SA) y por grupo biológico, el número individuos, la riqueza específica y la diversidad. Es importante mencionar que tanto el AI, la SA y el AP tuvieron relativamente la misma superficie de muestreo, esto para fines de comparación entre ellos.

AVIFAUNA

Cuadro IV.147 Comparativo del número de individuos de avifauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	N° de registros		
					AP	AI	SA
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	**1**	0	**2**
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	**8**	**11**	**10**
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	0	0	**2**
4	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	SC	0	0	**1**
5	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	SC	0	0	**2**
6	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	**5**	**4**	**6**

18 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.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	N° de registros		
					AP	AI	SA
7	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	**1**	0	**2**
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	**1**	0	**3**
9	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	**1**	0	**1**
10	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	SC	0	0	**2**
11	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	SC	0	0	**5**
12	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	**4**	**5**	**5**
13	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	SC	0	0	**4**
14	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	**2**	0	**5**
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	0	**4**	0
16	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	SC	0	0	**2**
17	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	**3**	**3**	0
18	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	0	0	**1**
19	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	**1**	0	**2**
20	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	0	0	**2**
21	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	SC	0	0	**1**
22	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	**5**	**6**	**5**
				Total de especies	**11**	**6**	**20**
				Total de individuos	**32**	**33**	**63**

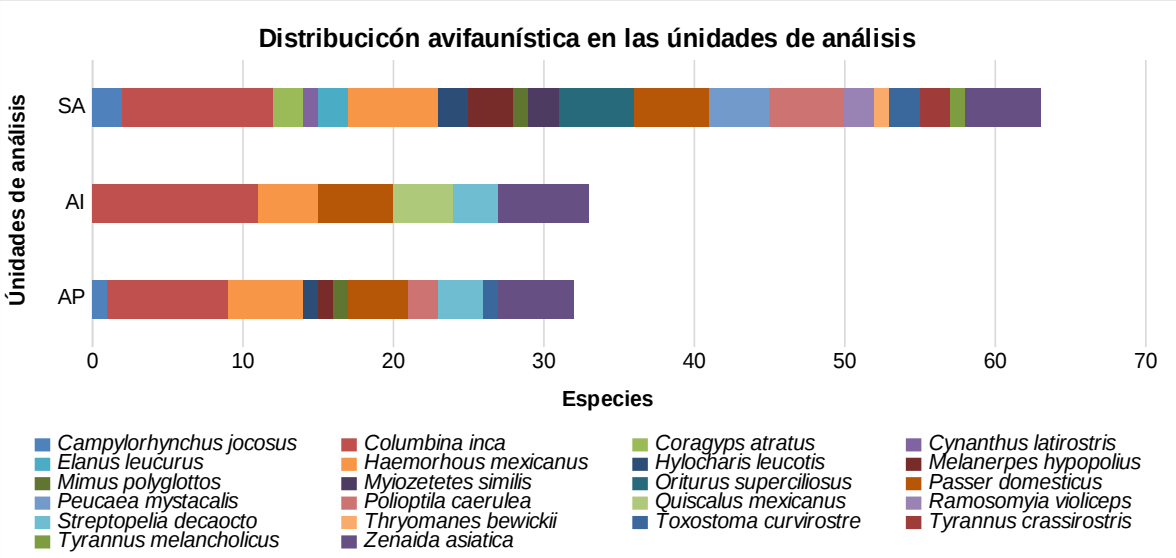


Figura IV.74**.** Distribución del número de individuos de avifauna en las tres unidades de análisis.

Dea acuerdo a la comparación en la distribuciónd de la avifauna se puede obsevar una mayor diversidad y abundancia enn el SA, respecto a al AI y AP.

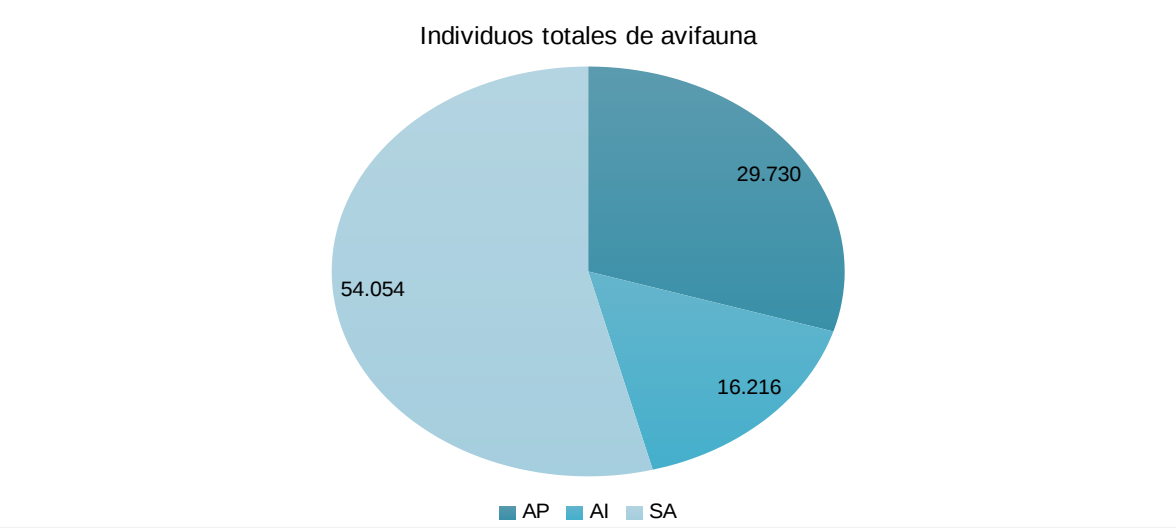


Figura IV.75**.** Comparativo de los individuos totales de avifauna en las dos unidades de análisis.

El número de individuos de avifauna en las tres unidades de estudio no fue homogénea entre las especies, esto puede ser producto del estado de conservación (grado de perturbación) y a la sucesión ecológica, en donde hábitats poco conservados (AP y AI); tienden a perder diversidad, en donde especies poco tolerantes suelen desplazarse a sitios mejor conservados, permitiendo el establecimiento y colonización de especies más tolerantes a ambientes perturbados. Los individuos totales de aves de cada unidad de análisis indican que existe una marcada diferencia entre las áreas comparadas, y en general, si se evalúan más condiciones de áreas en la microcuenca, es posible encontrar mayor cantidad de individuos que en el AP y AI debido a la mayor disponibilidad de microhábitats.

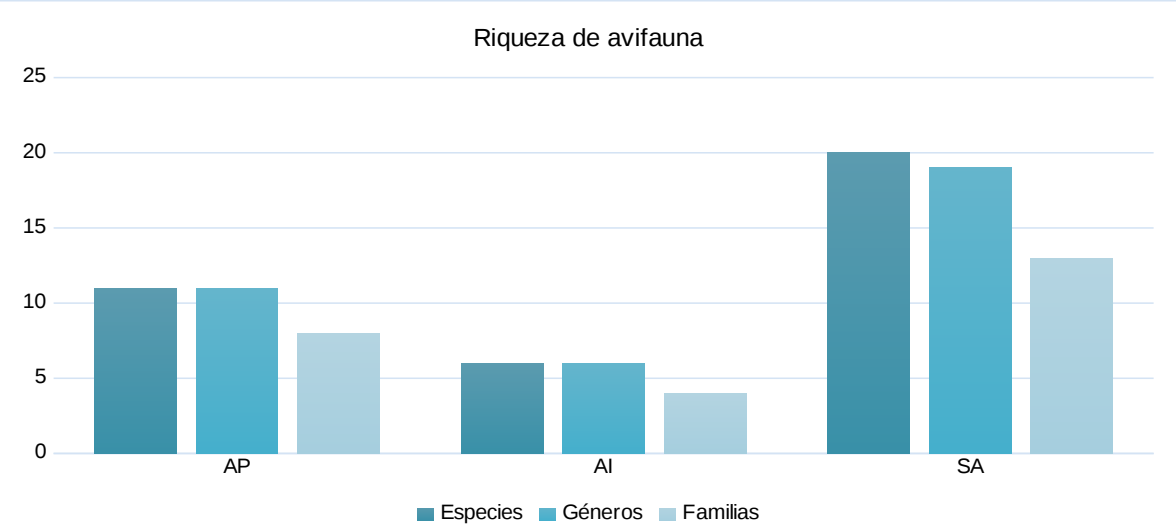


Figura IV.76**.** Comparativo de la riqueza específica de avifauna en las dos unidades de análisis

Comparando la riqueza taxonómica podemos observar que el AP y el AI es la menos diversa, mientras que la SA es la más diversa y presenta una mejor estructura.

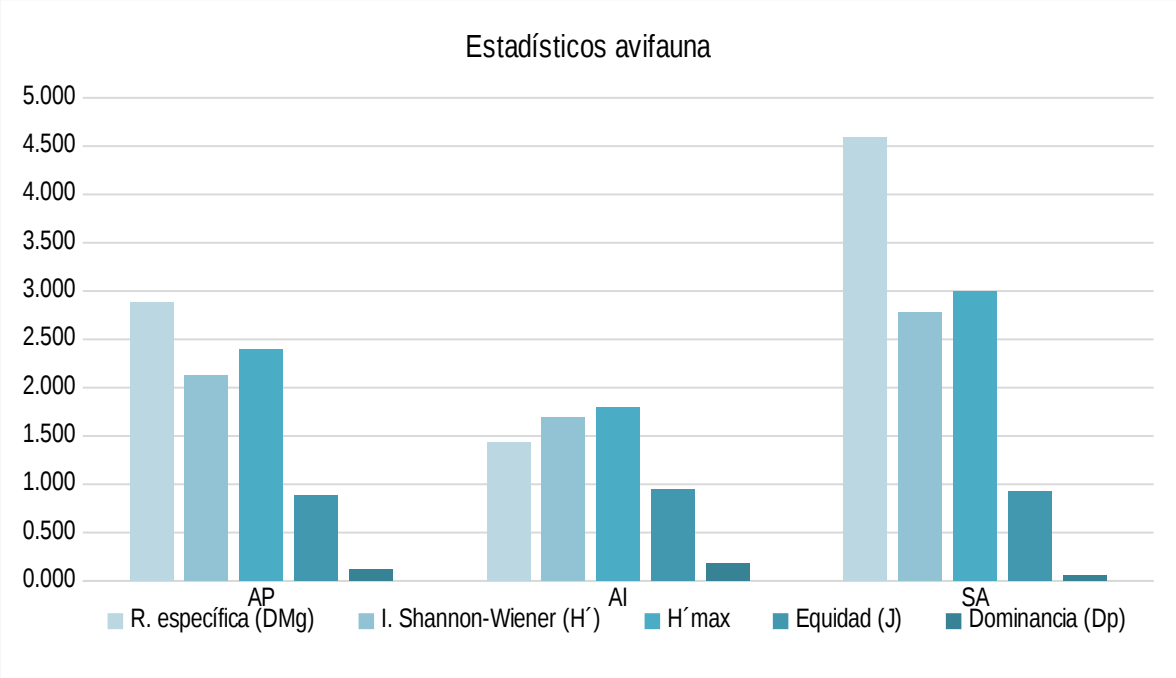


Figura IV.77. Comparativo de la diversidad de avifauna en las dos unidades de análisis

De acuerdo a los estadísticos aplicados la SA presenta una clara tendencia a la alza en cuestión de la diversidad, mientras que el AP y el AI presenta una tendencia hacia la baja.

La dominancia es mayor en el AP y AI y la equidad es menor, este fenómeno corresponde a la fragmentación del hábitat desequilibrando las estructuras poblacionales y generando poco a poco niveles de dominancia mayores, a grandes rasgos estamos observando numéricamente la sucesión ecológica en el grupo faunístico de las aves.

MASTOFAUNA

Cuadro IV.148 Comparativo del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis.

Familia	Nombre científico	nombre común	NOM-059	CITES	Registros		
					AP	AI	SA
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	SC	0	0	**3**
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	SC	**1**	0	**1**
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	**1**	**1**	**3**
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	SC	**3**	0	**6**
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	SC	0	**2**	**7**
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	SC	0	0	**1**

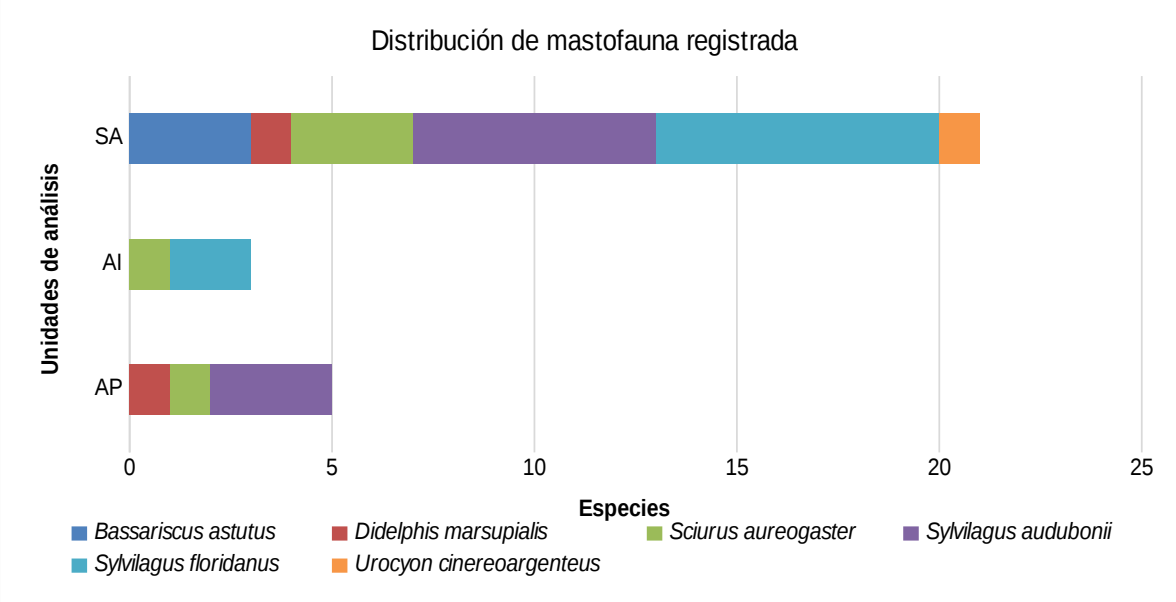


Figura IV.78**.** Distribución del número de individuos de mastofauna en las dos unidades de análisis

De acuerdo a la distribución de mastofauna registrada en las unidades de análisis podemos observar que la unidad más diversa corresponde al SA, respecto al AP y AI.

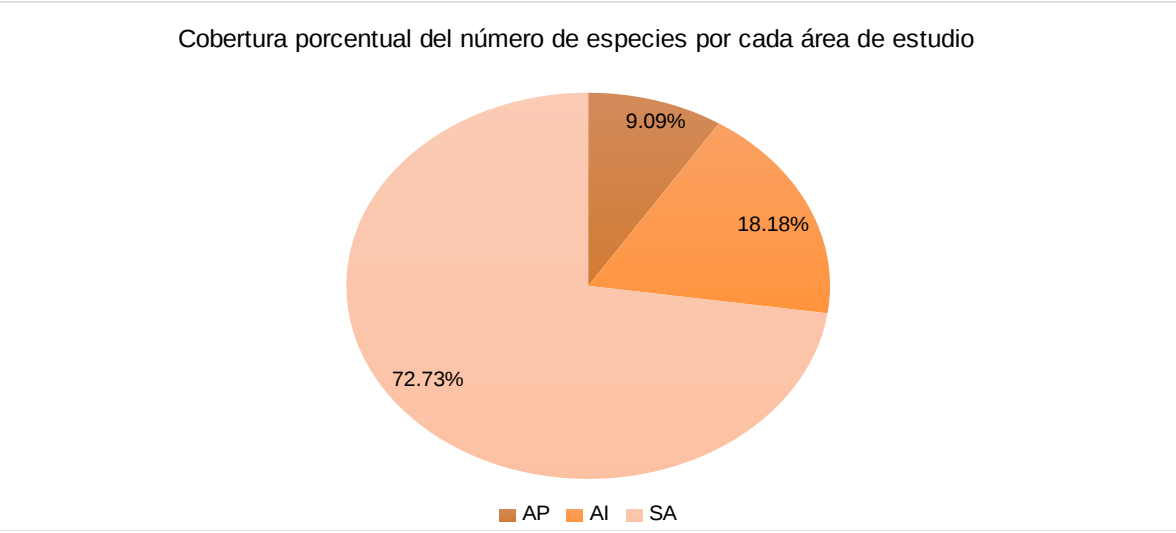


Figura IV.79**.** Comparativo de los individuos totales de mastofauna en las dos unidades de análisis

Se encontró un mayor número de especies en la SA, respecto a la AI y el AP.

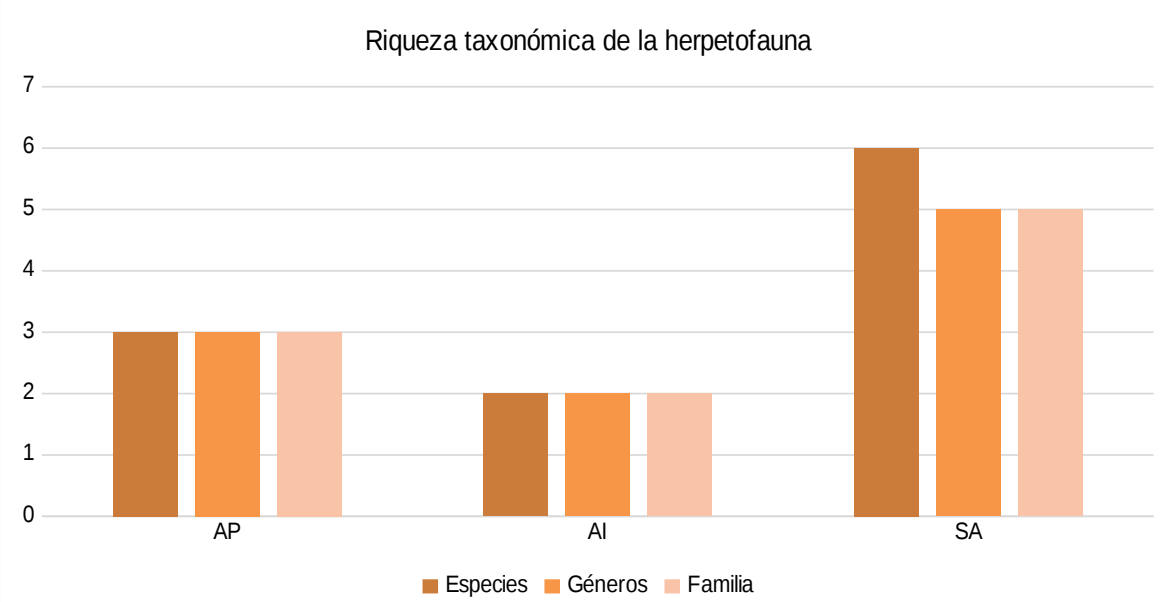


Figura IV.80**.** Comparativo de la riqueza específica de mastofauna en las dos unidades de análisis.

La riqueza específica de mastofauna es mayor en el SA con un total de seis especies, mientras que el AP y al AI sólo presentaron tres y dos especies respectivamente.

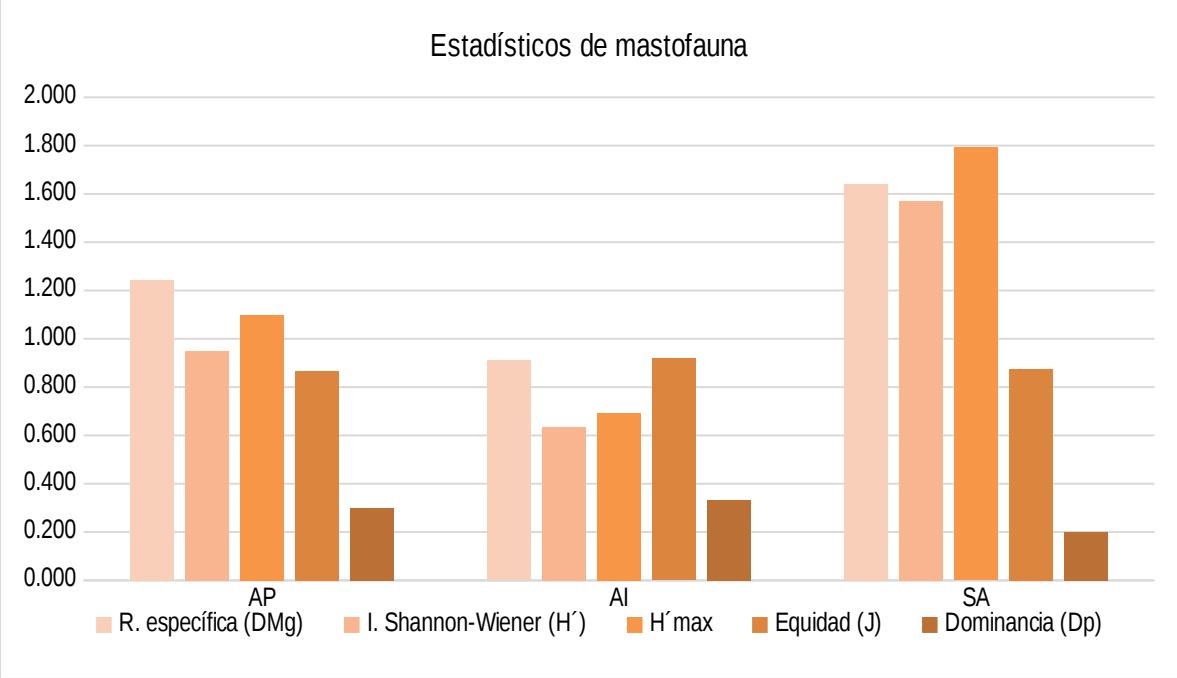


Figura IV.81**.** Comparativo de la diversidad de mastofauna en las tres unidades de análisis.

De acuerdo a los índices de diversidad podemos observar una equidad similar en las tres unidades de análisis con una dominancia superior en el AP y AI respecto a la SA. Por otro lado, las tres unidades presentan valores bajos de diversidad, si bien es cierto que los mamíferos son de los grupos biológicos con mayor dispersión por sus características fisiológicas que les permite adaptarse a diversos ambientes, al grado de poder encontrar varias especies silvestres desarrollándose en ambientes

antropizados también es cierto que, la fauna feral juegan un papel crucial en su supervivencia, pues muchas de estas especies son depredadas por animales domésticos como perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis catus*); por lo que la diversidad cerca de asentamientos humanos será escaza.

De acuerdo a la diversidad en el AP, se observa una clara influencia por factores antropogénicos; desde la fragmentación del hábitat hasta la introducción de especies que pueden llegar a ser ferales. La especie *Sciurus aureogaste* es catalogada como especie sinantrópica, este tipo de especies se han adaptado a los entornos urbanos. La relación entre mamíferos sinantrópicos y ambientes urbanos generan condiciones de riesgo para la transmisión de enfermedades zoonóticas, situación documentada por diversas investigaciones (McFarlane, 2012; Rojo Vázquez, 2001; Bradley et al., 2008; Greger, 2007); ya que, por su gran movilidad entre las áreas silvestres y el entorno humano, representan una fuente natural de patógenos para los habitantes de las comunidades y fauna silvestre, generando desequilibrios ecológicos.

En resumen, la realización del proyecto no generaría mayor impacto siempre y cuando se protejan los organismos mediante el ahuyentamiento y rescate.

HERPETOFAUNA

Cuadro IV.149 Comparativo del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	N° de registros		
					AP	AI	SA
1	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	**6**	**4**	**5**
2	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC	0	0	**4**
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	A	0	0	**2**
4	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	0	0	**3**
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC	0	0	**6**
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	0	0	**4**
7	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	**2**	**3**	3
8	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	SC	0	0	**2**
				Total de especies	**2**	**2**	**8**
				Total de individuos	**8**	**7**	**29**

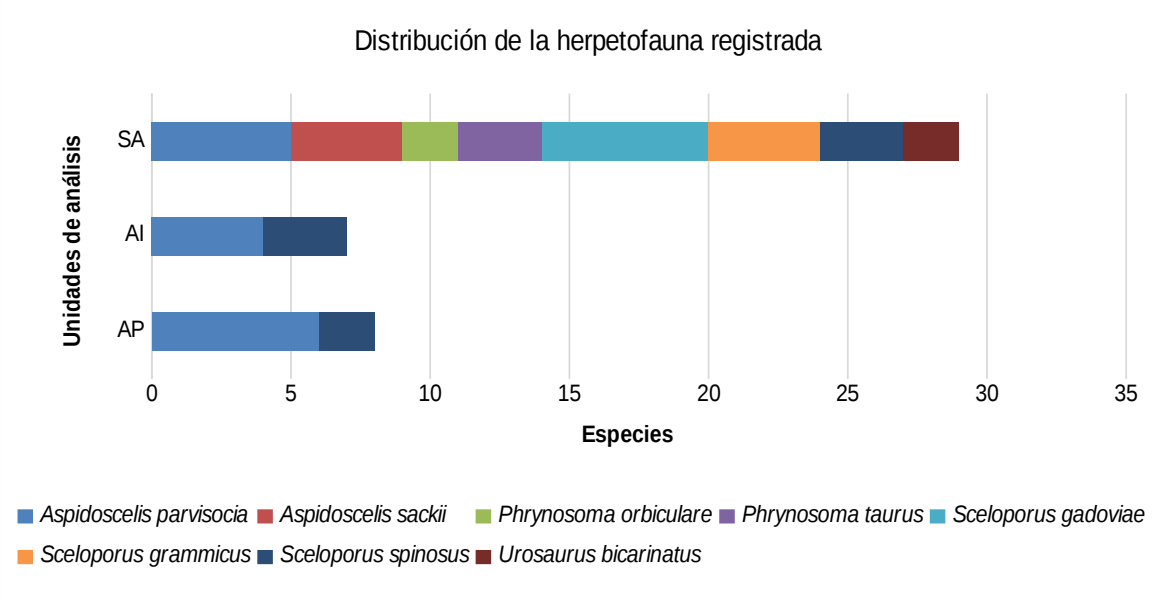


Figura IV.82**.** Distribución del número de individuos de herpetofauna en las dos unidades de análisis

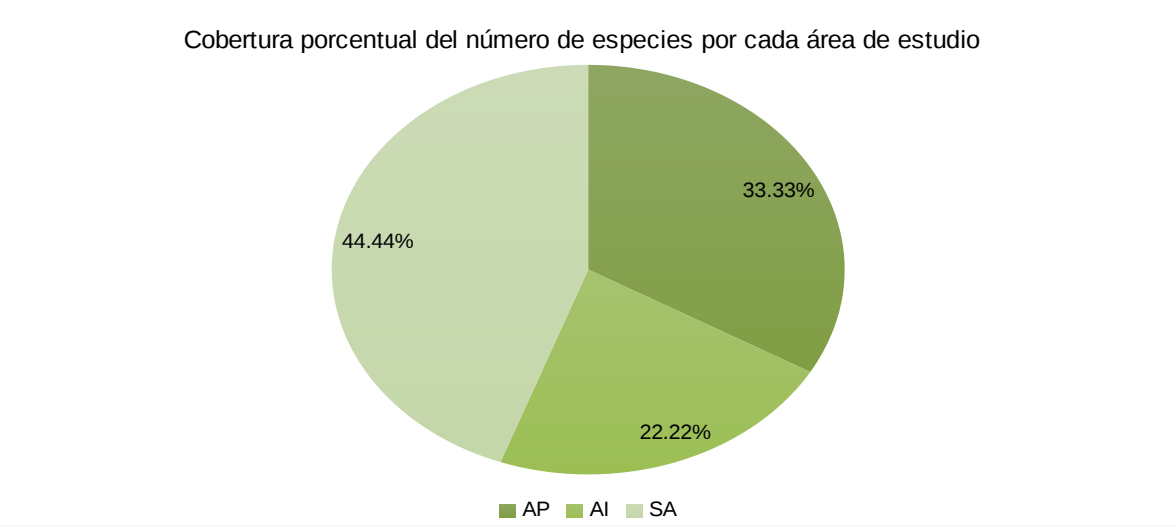


Figura IV.83**.** Comparativo de los individuos totales de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

El número de individuos de herpetofauna en las tres unidades de estudio no fue homogénea entre las especies. El SA presenta un mayor porcentaje de acuerdo a la cobertura de especies, respecto al AP y AI.

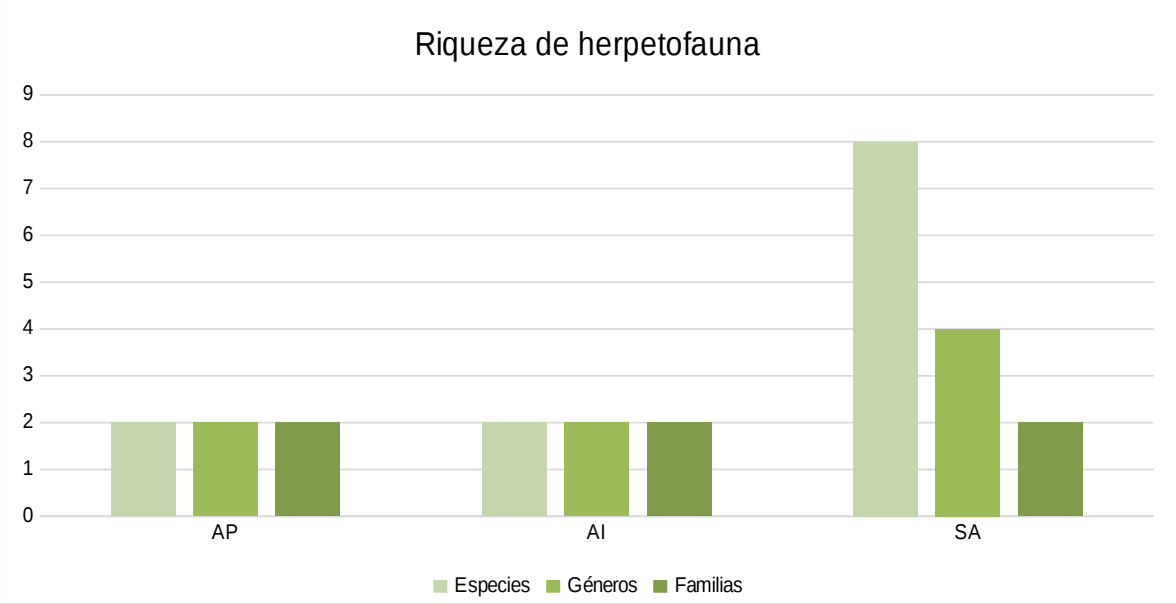


Figura IV.84**.** Comparativo de la riqueza específica de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

Existe un mayor número de familias, géneros y especies en el SA, en comparación con el AP y AI.

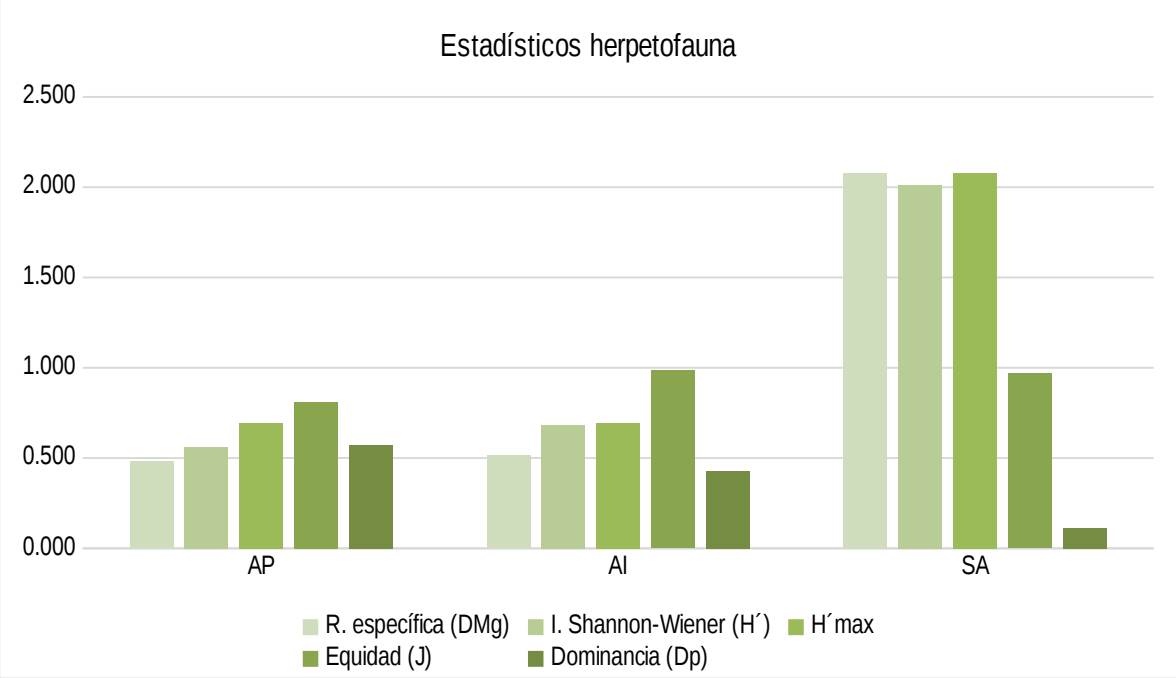


Figura IV.85**.** Comparativo de la diversidad de herpetofauna en las dos unidades de análisis.

En el AP sólo se presentaron dos especies de reptiles por lo que es de esperar que la diversidad en todos los índices indica valores bajos (inferiores a 0.9, que en la mayoría de los índices se interpreta como una diversidad baja) aunado a ello, con estos datos la curva de acumulación no puede estabilizarse a la asíntota. En razón de lo anterior, en el apartado de herpetofauna correspondiente al AP no se anexan los

estadísticos sin embargo para la comparación se tomarán en cuenta los resultados que se obtuvieron para visualizar mejor las condiciones actuales del AP, cabe señalar que en el ANEXO IV. DIVERSIDAD_FAUNA; se integró la memoria de cálculo correspondiente a la herpetofauna.

En el AP y AI podemos notar una dominancia mayor a 40%, mientras que en la SA apenas alcanza el 11%. Los índices nos muestran una diversida baja para el AP y AI, resultado inequívoco de las condiciones actuales de las unidades de análisis AP y AI, recordemos que los reptiles son organismos con baja movilidad con actividad termina de tipo poiquiloterma situación que afecta su supervivencia. En contraste el área muestreada correspondiente al SA presenta valores favorables de diversidad, situándose en un área con diversidad media, presenta valores favores de equidad y dominancia, que nos habla de una buena estructura poblacional.

V.1.1. CONCLUSIONES

EL número de especies avifaunísticas para las tres unidades de análisis consta de una muestra de 22 especímenes de las cuales, 20 se registraron en el SA , 6 en el AI y 11 en el AP, cabe resaltar que en el área del AP se observaron y registraron especies que son consideradas sinantrópicas es decir, especies que suelen ser tolerantes y se adaptan mejor a las zonas antropizadas y/o perturbadas, en contraste las especies con poca tolerancia y/o susceptibles a cambios bruscos en el ambiente tienden a desplazarse, en busca de zonas mejor conservadas, generando un fenómeno de sucesión ecológica. Para el caso del AI presenta valores inferiores al AP, dado que las condiciones ambientales se han visto deterioradas en un mayor grado en esta área. El SA presenta resultados que indican una buena estructura en el ensamble avifaunístico, obteniendo mejores índices de diversidad que el CUSTF.

La mastofauna, consta de una muestra total de 6 especies de las cuales sólo tres se registraron en el AP, 2 en el AI y 6 en el SA. A pesar de que en el SA se registraron más especies los índices indican una baja diversidad, cabe señalar que se registró la presencia de fauna feral (*Canis lupus familiaris*), lo que podría estar afectando la diversidad de mastofauna pues pueden estar siendo presa de esta fauna feral.

EL número de especies herpetofaunísticas para las tres unidades de análisis consta de una muestra de 8 especímenes de las cuales, sólo dos especies se registraron en el AP al igual que en el AI y 8 en el SA. Respecto a los índices el AP y el AI presentan valores de diversidad bajos, mientras que la SA se mantiene con una diversidad media. En este grupo biológico es donde se registraron especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo a la fauna descrita en este capitulo, la medición de la riqueza de especies se relaciona directamente con el esfuerzo de muestreo aplicado durante un estudio. Con base en lo anterior, las curvas de acumulación para SA muestran un esfuerzo de muestreo bueno u óptimo, para el caso de los tres grupos faunísticos, en el caso del AI y el AP, las curvas se ajustan sólo con la avifauna, y parcialmente con la mastofauna. Como se describió en el párrafo anterior este ajuste parcial puede estar influenciado por la perturbación y su efecto en la diversidad alfa y beta.

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 Lòpez-Gonzàlez, 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.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

De acuerdo al marco Geoestadístico municipal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el área de CUSTF se encuentra en el municipio de Tehuacán, Puebla. A continuación, se presentan los datos socioeconómicos del municipio.

TEHUACÁN, PUEBLA

Ubicación geográfica: Coordenadas y altitud: Entre los paralelos 18° 19' y 18° 37' de latitud norte; los meridianos 97° 12' y 97° 38' de longitud oeste; altitud entre 1 200 y 2 800 m.

Colindancias: Colinda al norte con los municipios de Tepanco de López, Santiago Miahuatlán, Nicolás Bravo y Vicente Guerrero; al este con los municipios de Vicente Guerrero, San Antonio Cañada, Ajalpan y Altepexi; al sur con los municipios de Altepexi, San Gabriel Chilac, Zapotitlán y Atexcal; al oeste con los municipios de Atexcal, Juan N. Méndez y Tepanco de López.

Población: La población total de Tehuacán en 2020 fue 327,312 habitantes, siendo 52.8% mujeres y 47.2% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 15 a 19 años (31,522 habitantes), 20 a 24 años (29,963 habitantes) y 10 a 14 años (29,546 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.8% de la población total como se puede observar en los siguientes cuadros y figuras:

Cuadro IV.150. Población para el 2020 fuente INEGI

SEXO	RANGO DE EDAD	PORCENTAJE	SEXO	RANGO DE EDAD	PORCENTAJE
Hombres	0 a 4 Años	4.32	Mujeres	0 a 4 Años	4.25
	5 a 9 Años	4.48		5 a 9 Años	4.44
	10 a 14 Años	**4.56**		**10 a 14 Años**	**4.47**
	15 a 19 Años	**4.80**		**15 a 19 Años**	**4.83**
	20 a 24 Años	**4.45**		**20 a 24 Años**	**4.70**
	25 a 29 Años	3.84		25 a 29 Años	4.38
	30 a 34 Años	3.49		30 a 34 Años	4.19
	35 a 39 Años	3.38		35 a 39 Años	4.10
	40 a 44 Años	3.11		40 a 44 Años	3.79
	45 a 49 Años	2.70		45 a 49 Años	3.25
	50 a 54 Años	2.19		50 a 54 Años	2.76
	55 a 59 Años	1.74		55 a 59 Años	2.14
	60 a 64 Años	1.46		60 a 64 Años	1.89
	65 a 69 Años	1.01		65 a 69 Años	1.32
	70 a 74 Años	0.69		70 a 74 Años	0.86
	75 a 79 Años	0.45		75 a 79 Años	0.60
	80 a 84 Años	0.27		80 a 84 Años	0.42
	85 o más	0.24		85 Años o más	0.44
	TOTAL	47.2		TOTAL	52.8

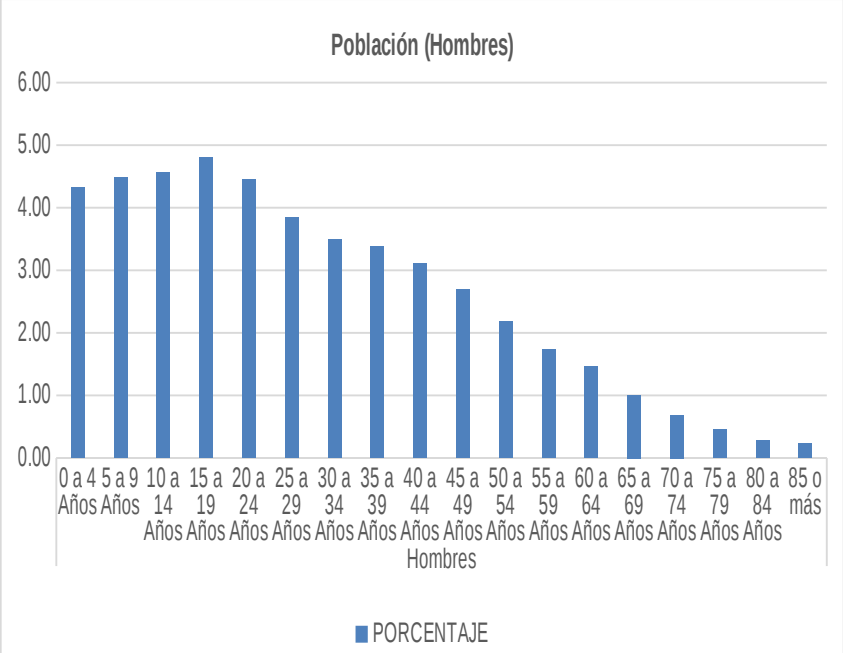


Figura IV.86**.** Población masculina para el 2020 INEGI.

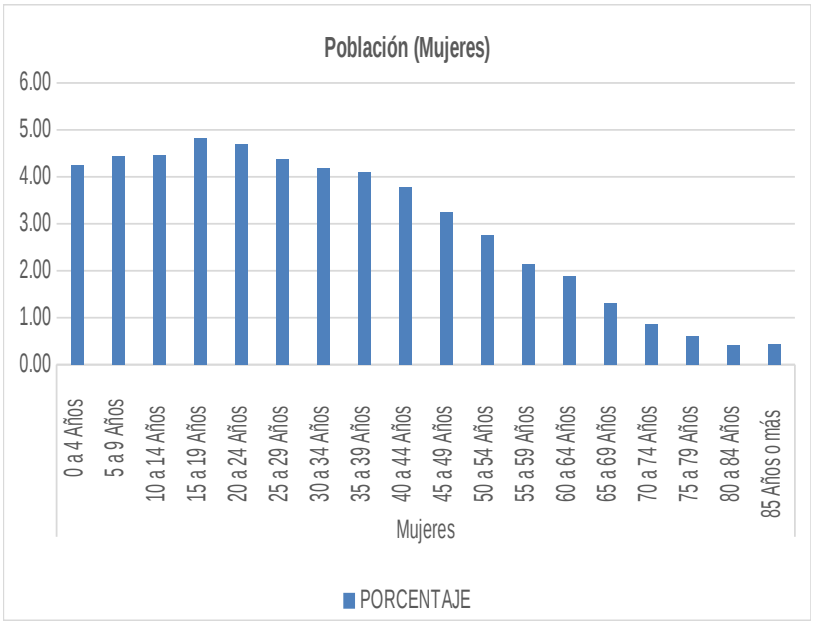


Figura IV.87**.** Población femenina para el 2020 INEGI.

Pobreza y Carencias.

La visualización siguiente compara diversos indicadores de pobreza y carencias sociales.

De la población que habita en el municipio de Tehuacán, 8.31% se encuentra en situación de pobreza extrema, 48.85% pobreza moderada, 20.72% vulnerables de carencias sociales 9.90% vulnerables por ingresos y 12.23 no vulnerable porcentaje del cual sólo 4.7% está en pobreza extrema. Las principales carencias sociales de Tehuacán en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación.

Cuadro IV.151. Situación de pobreza para el 2020 fuente INEGI

AÑO	TIPO	PORCENTAJE
2020	Moderada pobreza	48.85
	Extrema pobreza	8.31
	Vulnerables por carencias sociales	20.72
	Vulnerables por ingresos	9.90
	No vulnerable	12.23
	TOTAL	100

De la tipificación de las carencias mencionadas, tenemos que:

Cuadro IV.152. Carencias sociales a nivel municipal y estatal INEGI 2020

AÑO	TIPO	Porcentaje
2015	Rezago educativo	23
2020		20
2015	Carencia por calidad y espacios de la vivienda	14
2020		9
2015	Carencia por acceso a los servicios de salud	20
2020		37
2015	Carencia por acceso a la seguridad social	65
2020		62
2015	Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	15
2020		11
2015	Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	30
2020		30

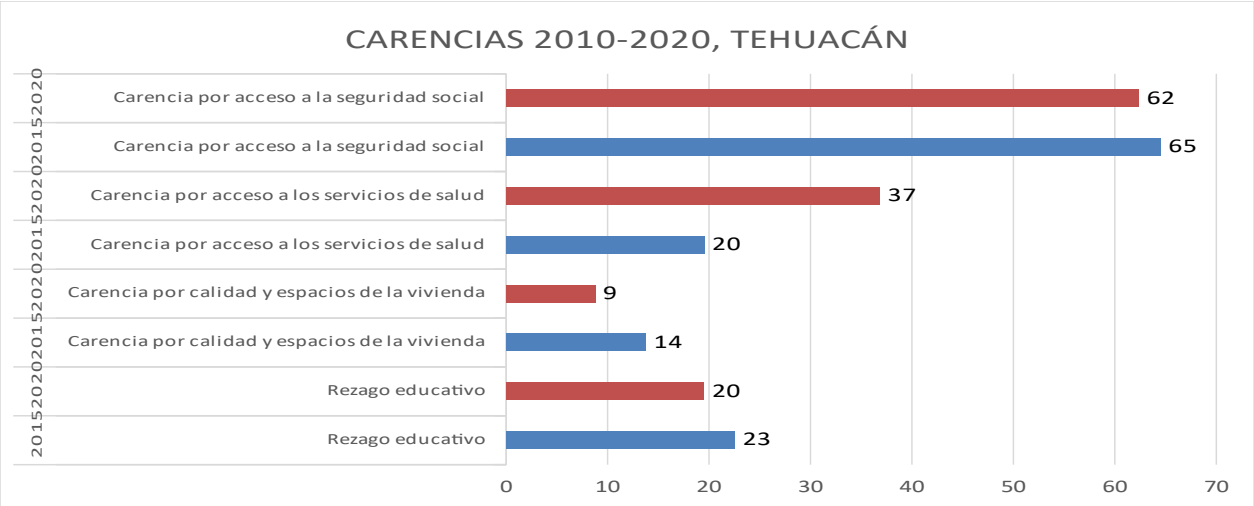


Figura IV.88. Carencias sociales 2010-2020 INEGI.

Como se logra apreciar en la tabla anterior, los indicadores más preocupantes son el acceso a la seguridad social, acceso a los servicios de salud ya que son los que más porcentaje tienen.

Vivienda.

En el 2010 se tiene que las viviendas con el mayor número de cuartos era el 20.31 para viviendas con tres cuartos y 23.04 con cuatro cuartos. Posteriormente en 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 27.1% y 23.6%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 41.8% y 30.8%, respectivamente.

Cultura indígena.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue personas, lo que corresponde a 7.53% del total de la población de Tehuacán. Las lenguas que se hablan en Tehuacán corresponden a Náhuatl, Mazateco, Mixteco, Popoloca, Cuicateco, Zapoteco, Chinanteco, Totonaco, Huasteco entre otras las cuales de acuerdo con el censo de INEGI 2020 no se especifican.

Salud

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2020 en Tehuacán, la mayoría de las personas cuentan con al menos un tipo de seguro y muchas de ellas tienen varios tipos de seguros de esto las personas que no tienen ningún tipo de seguro o no se atienden es porque viven en zonas alejadas o remotas.

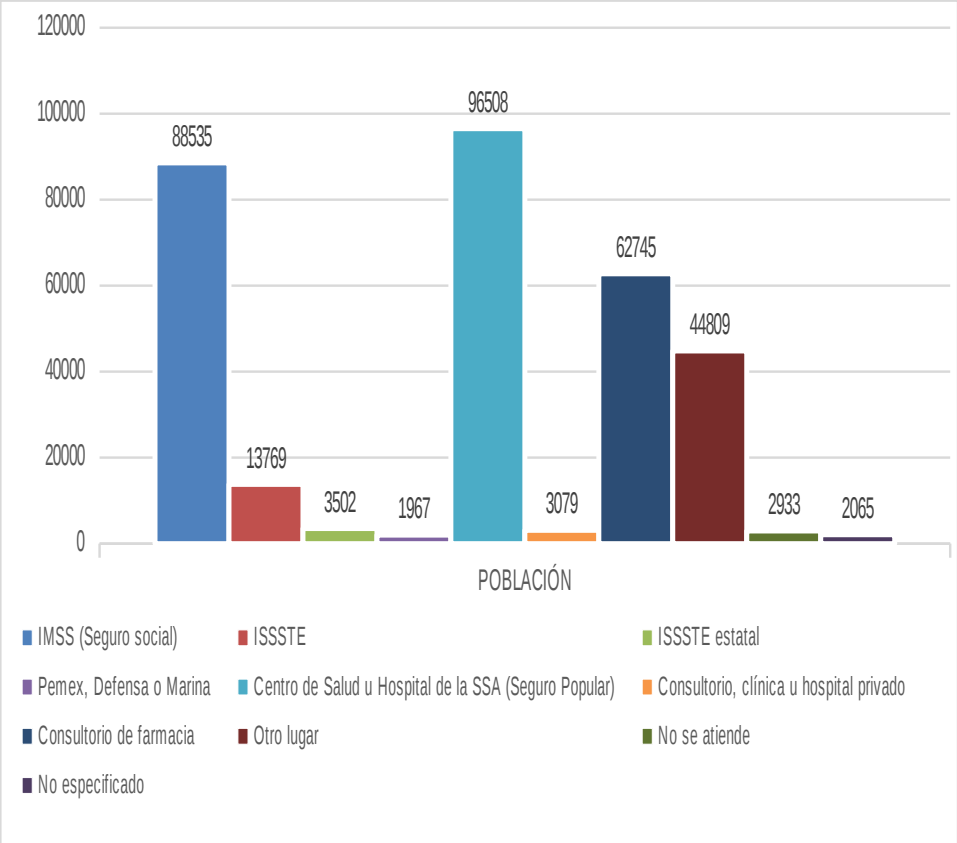


Figura IV.89**.** Distribución de porcentajes de afiliadas a diversos servicios de salud 2020.

** La sumatoria de la población afiliada es mayor a la población nacional debido a que una persona puede estar afiliada en múltiples instituciones de salud.*

IV.3.1.4 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 máxima 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.153. 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
	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.154. 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.155. 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
	Altura del estrato superior	Estrato de árboles altos: > 15 m	4
		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

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
		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

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
		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
	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.156. Calidad intrínseca del paisaje.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	2
	Pendiente	0
	F. Geológicas	0
Vegetación	Grado de cubierta	2
	Densidad	2
	Distribución horizontal	2
	Altura del estrato superior	2
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	2
	Estacionalidad	2

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	0
	Existencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	3
	Densidad viaria	2
	Construcción infraestructura	0
	Explotaciones industriales o mineras	4
Entorno	R. Históricos-culturales	0
	Escenario adyacente	3
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		2
Total		**31**

Cuadro IV.157. Factor de visibilidad

Factor de visibilidad de la actuación	Valor
Puntos observados	0.2
Distancia de observación	0.3
Frecuencia de observación	0.2
Cuenca visual	0.4
Total	**1.1**

Cuadro IV.158. Índice de calidad del paisaje.

Índice de calidad paisajística	Valor
Calidad intrínseca del paisaje	31
Factor de visibilidad	1.1
Calidad paisajística	**36.9**
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 36.9, 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 encuentra en una zona de perturbación en el ecosistema.

IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO 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.159. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire.

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
Aire	Temperatura
	Precipitación
	Dirección del viento
	Velocidad del viento
	Complejidad topográfica
	Grado de cubierta vegetal
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Infraestructura

Cuadro IV.160. 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.161. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental 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)

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
	Acuíferos
	Disponibilidad de aguas subterráneas
	Pozos de agua
	Infraestructura hidráulica
	Infraestructura sanitaria
	Regiones hidrológicas prioritarias

Cuadro IV.162. 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.163. 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 19, en la cual se toma como criterio una valoración de la calidad ambiental como

baja, la clase 2, de 20 a 39 con una valoración de moderadamente baja, la 3 entre 40 y 59 con valoración de media o intermedia, la 4 entre 60 y 79 como moderadamente alta y la 5 entre 80 y 100 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.164. Categorización de la calidad ambiental obtenida.

CLASE	RANGO	CATEGORÍA
1	1-19	Baja
2	20-39	Moderadamente Baja
3	40-59	Media
4	60-79	Moderadamente Alta
5	80-100	Alta

A continuación, se presenta la valoración de cada uno de los factores analizados para conocer su calidad ambiental.

Cuadro IV.165. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo.

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
Suelo	**A. Complejidad topográfica**	1	2	3	
	Alta	●			2
	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	●			1
	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	
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto se encuentra erosionada	●			3
	La zona donde se llevara a cabo el proyecto no se encuentra erosionada			●	
	G. Capacidad Productiva de los Suelos	1	2	3	
	Suelos Productivos			●	1
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	2
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
	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			●	3
	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					**74**
Categorización					**Moderadamente alta**

Cuadro IV.166. 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	●			1
	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	●			2
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	C. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	2
	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			●	1
	Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias		●		
	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable o ausencia de cuerpo de agua	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)	1	2	3	
	Agrícola		●		1
	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			●	1
	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			●	3
	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					**26**
Valor mínimo					**14**
Valor máximo					**42**
Calidad Ambiental del Agua					**61**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Cuadro IV.167. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire.

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
Atmósfera	**A. Temperatura**	1	2	3	
	La temperatura máxima promedio anual es menor a 10 °C	●			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	●			1
	La precipitación total anual es entre 1,200 a los 3,500		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	La precipitación total anual es mayor de 3,500			●	
	C. Precipitación (días/año)	1	2	3	
	En la zona llueve menos de 100	●			2
	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	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	2
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	H. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2
	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	●			1
	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					**18**
Valor mínimo					10
Valor máximo					30
Calidad Ambiental Atmosférica					**50**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.168. 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	●			2
	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	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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			●	1
	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	
	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			●	1
	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			●	2
	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	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	2
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	N. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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					**29**
Valor mínimo					**17**
Valor máximo					**51**
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					**68**
Categorización					**Moderadamente alta**

Cuadro IV.169. 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	●			1
	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	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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 básica	●			
	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					**16**
Valor mínimo					**8**
Valor máximo					**24**
Calidad Ambiental Socioeconómica					**66**
Categorización					**Moderadamente alta**

A continuación, se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento.

Cuadro IV.170. Resumen del índice de calidad ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	74	Moderadamente Alta
Agua	61	Moderadamente Alta
Flora y fauna	68	Moderadamente alta
Socioeconómico	66	Moderadamente alta

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a alta, siendo el factor atmósfera el que presenta la categoría de media, teniendo que el resto de categorías se estiman como moderadamente altas.

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, 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 mederada 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 en el área de influencia no existen cuerpos de agua de manera natural o estos ya han sido perturbados por actividades como las descargas de residuos sólidos urbanos. 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 encuentra una especie 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 que podemos decir que la calidad de flora y fauna para esta área se determina como buena.

Nota: Se anexa cartografía del documento capitulo lV (ANEXO lV.E._CARTOGRAFÍA).

IV.4 BIBLIOGRAFÍA

[i] SMN. 2010. Normales Climatológicas por Estación. Servicio Meteorológico Nacional. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75. fecha de consulta septiembre de 2016**.**

[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] Elaborado por Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2006, con base en : Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Cuarto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo, Presidencia de la República , México, 2005. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2004, México 2004. Instituto Mexicano del Transporte, Manual Estadístico del Sector Transporte, 2005, México, 2005. Presidencia de la República, Sexto Informe de Gobierno, México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaria de Recursos Naturales. Diagnóstico de la Deforestación en México, México, 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, La Gestión Ambiental en México, México, 2000. Semarnat, Indicadores para la evaluación del Desempeño Ambiental, México, 2000. Semarnat, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México, 2005, México, 2005.

[v] 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.

[vi] 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.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....2
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....2
V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....2
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....5
V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO.....5
V.2.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.....5
V.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....6
V.1.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA.....8
V.1.2 ÍNDICE DE MAGNITUD.....10
V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS.....33
V.3. CONCLUSIONES.....36
V.4. BIBLIOGRAFÍA.....38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V.1. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales.....2
Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales.....4
Cuadro V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales.....4
Cuadro V.4. Lista indicativa de indicadores de impacto.....5
Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003).....6
Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010).....6
Cuadro V.7. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación.....6
Cuadro V.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación.....7
Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia.....7
Cuadro V.10. Tipificación de impactos.....8
Cuadro V.11. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio.....9
Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto.....13
Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración.....14
Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire.....15
Cuadro V.15. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto.....16
Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto.....17
Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire.....17
Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire.....19
Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto.....20
Cuadro V.20. Nivel de ruido diversos.....21
Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido.....21
Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.....22
Cuadro V.23. Erosión existente actualmente en el área del proyecto.....23
Cuadro V.24. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto.....24
Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión hídrica.....24
Cuadro V.26. Clase de degradación con base en la erosión eólica.....24
Cuadro V.27. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación.....25
Cuadro V.28. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico.....26
Cuadro V.29. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto).....26
Cuadro V.30. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.....27

Cuadro V.31. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados.....28
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.....28
Cuadro V.33. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.....28
Cuadro V.34. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación.....29
Cuadro V.35. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados.....30
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.....30
Cuadro V.37. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.....31
Cuadro V.38. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat.....31
Cuadro V.39. Valoración subjetiva del paisaje.....33
Cuadro V.40. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales.....33
Cuadro V.41. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos.....34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas.....12
Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.....12
Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto.....14
Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto.....18
Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental).....20
Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.....22
Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto.....25
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto.....27
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto.....29
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto.....31

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 presenta el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto, 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, así como en su área de influencia y el sistema ambiental.

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, en el capítulo siguiente se establecerán medidas de prevención, mitigación y compensación para evitar los efectos adversos que se produzcan por el desarrollo del proyecto.

Es importante destacar que para el presente proyecto se presenta para ser evaluado para la actividad de cambio de uso de suelo, que contempla las actividades de, **delimitación del área del proyecto, desmonte, extracción de materias primas provenientes del desmonte, despalme y transporte de material orgánico,** actividades de generan impactos y se evalúan en el presente capítulo.

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 puede generar 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 en la cual se identifican los emisores de impacto, entre los cuales se encuentran las actividades que se realizarán durante las etapas que comprende el proyecto (cambio de uso de suelo), asimismo, se señalan los posibles receptores de impactos, los cuales corresponden a los factores ambientales que se encuentran en el ambiente y que fueron descritos en el apartado anterior.

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	Delimitación del área del proyecto Desmonte Extracción de materias primas provenientes del desmonte Despalme Transporte de material orgánico	Abiótico	Agua	Infiltración
			Aire	Calidad
				Ruido
			Suelo	Erosión
		Biótico	Flora	Diversidad
				Cobertura vegetal
				Abundancia
			Fauna	Diversidad
				Abundancia
		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 presentan en las columnas las actividades y en las filas los factores

ambientales, de esta forma se identificaron las interacciones o posibles impactos que el proyecto puede generar.

La matriz estuvo compuesta y fue analizada con 13 principales emisores de impactos colocados en las columnas y 5 elementos receptores de impactos en las filas, lo que genera un total de 65 interacciones, de las cuales 34 tienen un efecto por el desarrollo del proyecto y 31 no tuvieron un efecto identificado.

Después de realizar la matriz de interacciones, se realizó una matriz de causa-efecto para identificar los impactos adversos y positivos, para ello se utilizó la siguiente nomenclatura, A: impacto adverso significativo, a: impacto adverso no significativo: B: impacto benéfico significativo, b: impacto benéfico no significativo y / mitigable o compensable. En los siguientes cuadros se presentan las matrices de interacciones y causa-efecto.

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	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Delimitación del área del proyecto				*									*
	Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas provenientes del desmonte	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*							*	*	*
	Transporte de material orgánico	*	*	*	*							*		*

Cuadro V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales.

Fases del proyecto	Elementos	Sistema Ambiental													Impactos adversos	Impactos benéficos	Evaluación total
		Físico natural															
		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	Delimitación del área del proyecto				a									B	1	1	2
	Desmonte	A	a	a	a	A	A	A	A	A	A	a	a	b	12	1	13
	Extracción de materias primas provenientes del desmonte	A	a	a	a							a	a	b	6	1	7
	Despalme	A	a	a	A							a	a	b	6	1	7
	Transporte de material orgánico	A	a	a	A							a		b	5	1	6
Impactos adversos		4	4	4	5	1	1	1	1	1	1	4	3	0	30		
Impactos benéficos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		5	
Evaluación total		**4**	**4**	**4**	**5**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**3**	**5**			35

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 mencionan 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.4. Lista indicativa de indicadores de impacto.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Signo
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración	-
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	-
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	-
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	-
			Pérdida de material orgánico	-
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	-
		Cobertura vegetal		-
		Abundancia		-
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	-
		Abundancia		-
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	-
		Calidad del paisaje		-
Económico	Empleo	Empleo	Ingresos económicos	+

V.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Una vez que se identificaron los impactos que se generarían por el desarrollo del proyecto se realizó la valoración cuantitativa de los impactos que se generarían por el desarrollo del proyecto, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por Gómez Orea (2003), que consiste en calcular el índice de incidencia o importancia, que 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, para 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.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003).

Atributo	Carácter de atributo	Código
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3

La cual se presta a confusión debido a que el carácter de atributo 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, sin embargo, no se especifica la caracterización cuando no se prevén impactos sinérgicos, por lo que se toman los caracteres de los atributos establecidos por Conesa (2010) para el sinergismo pero con los mismos valores propuestos por Gómez Orea (2003), resultando más claras las magnitudes e intensidades del atributo como se presenta a continuación:

Cuadro V.6. 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 lo anterior podemos deducir que para dicho atributo existe el mismo número de caracteres que el establecido por Gómez Orea (2003) el cual corresponde a 3, dando entender que para los valores altos para la sinergia es considerado como de una incidencia fuerte y los valores bajo representan la ausencia de sinergismos, para lo cual se establece el nuevo carácter de atributo con su respectivo código de identificación.

Cuadro V.7. 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.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
Acumulación	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

Es necesario indicar que, 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",** por lo que, para la evaluación de los impactos realizada en el proyecto en cuestión, se toma de base esta definición, concluyendo que, **LOS VALORES DE 1 NO CONTEMPLAN SINERGIA NI ACUMULACIÓN.**

Simple, cuando cada impacto viene representado por un solo valor (Gómez Orea Domingo y Gómez Villarino Ma. Teresa, Mundi-Prensa, 2013 pp.304).

Dentro de la evaluación de impactos, se presentan los siguientes atributos para el cálculo del índice de incidencia:

Cuadro V.9. 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 moderado	2
		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	Irregular	1

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
	tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.		

La valoración cuantitativa de la tabla anterior tiene un significado para cada uno de los atributos, siendo 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. Sin embargo, se retoma lo establecido en la "Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental", de Vicente Conesa Fernández, ediciones Mundiprensa, 2010. Los valores para la calificación del atributo de sinergia pueden ser de 1 y 3, siendo que el 1 representa que una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones, es decir, que no existe sinergismo; mientras que el valor 3 significa un sinergismo alto. Por otro lado, los valores para el atributo de acumulación, según la misma literatura, pueden ser desde 1 hasta 4, siendo que cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), toma el valor de 1.

V.1.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA.

El índice de incidencia varía entre 0 y 1, a continuación, se presentan los pasos 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.10. 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:

$$I_{std}\frac{(I-I_{mín})}{(I_{máx}-I_{mín})}$$

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 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 las cuales se podrían causar efectos adversos sobre el ambiente a causa del desarrollo del proyecto.

Cuadro V.11. 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	Reducción en la infiltración												0.60
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	3	2	3	**33**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	3	1	3	19	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Aire	Suspención de partículas												0.13
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	6	1	3	1	2	1	**19**	
	Incidencia	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Contaminación acustica 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 máx.		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**	
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	3	3	3	1	20	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
	Pérdida de material orgánico												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 máx.		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 máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Fauna	Modificación del hábitat												0.40

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	3	6	2	6	3	**27**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	3	2	2	3	3	17	
	Incidencia min		3	1	1	2	1	3	1	2	1	**15**	
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	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 máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	

V.1.2 ÍNDICE DE MAGNITUD.

Una vez calculado el índice de incidencia de los impactos ambientales determinados, se procede a determinar la magnitud de dichos impactos, esta tarea es la que muestra de formas 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: se denomina indicador a la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada el impacto; el indicador es pues un mecanismo que se adopta para cuantificar un impacto. Unas veces el indicador coincide con el propio factor alterado, en otras ocasiones el indicador no es tan directo, y obvio, y hay que recurrir a índices algo más complejos.

La primera tarea, por tanto, para predecir la magnitud de los impactos es asignar un indicador cuantificable a cada uno de los identificados que lo representen lo mejor posible, tarea a la que conviene dedicar la mayor atención por su papel en el estudio, y porque ayuda a entender más profundamente la naturaleza del impacto y su significado ambiental.

Con esta fase termina lo que propiamente constituye la parte en principio objetiva del estudio de impacto ambiental: identificación y cuantificación de los efectos; a partir de ahora hay que dar entrada a elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, muchos de los cuales exigen un refrendo con la escala de valores y presencias sociales.

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 cual 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, por fin, 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 muestra el cálculo la magnitud determinada con base en los impactos ambientales generados por el proyecto.

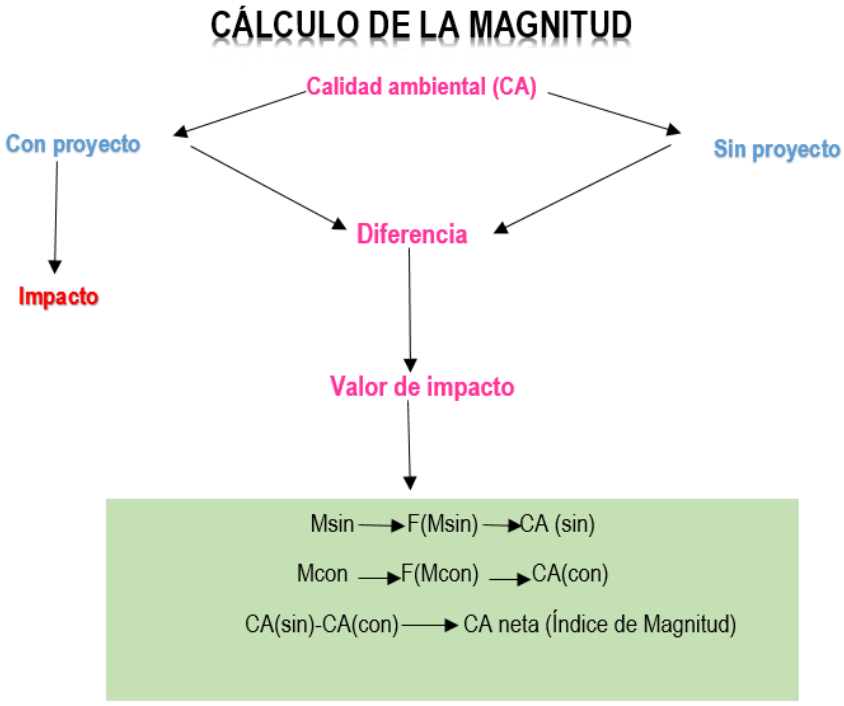


Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas.

Ejemplificación*:*

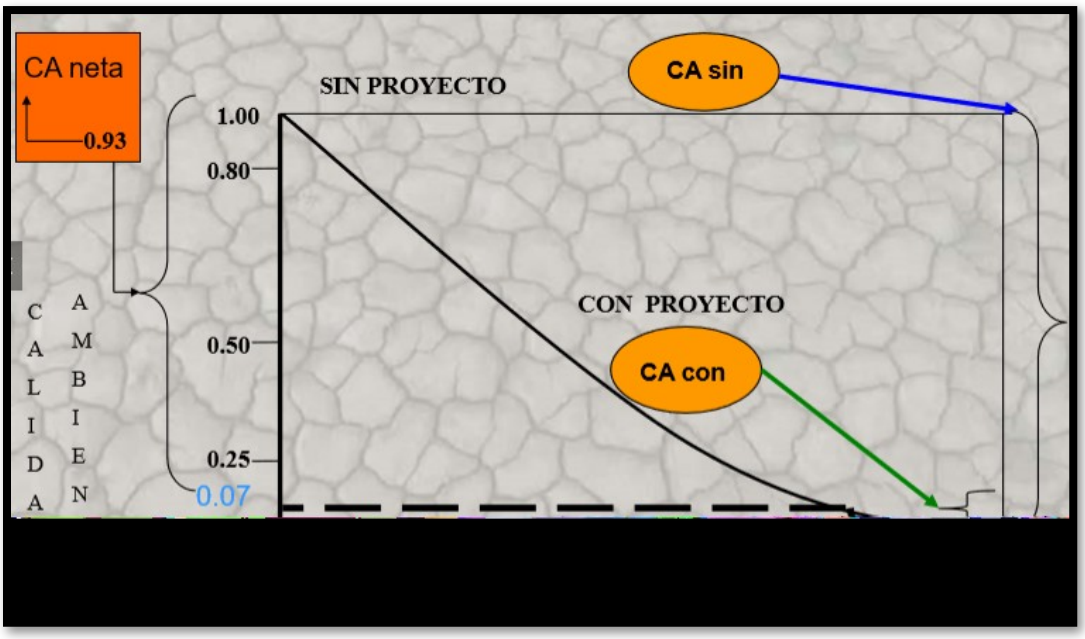


Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.

REDUCCIÓN DE LA INFILTRACIÓN.

Para el cálculo de la magnitud de la perdida de infiltración se implementó LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTOR (4.ta edición) y los cálculos determinados para el balance hídrico establecido en el capítulo IV de la presente manifestación de impacto ambiental, en dicho cálculo se hace referencia a la infiltración presente actualmente y la infiltración que se tendría a raíz de la ejecución del presente proyecto, la diferencia de estos da resultado la perdida de infiltración.

Partiendo de lo establecido en el párrafo anterior se presenta lo siguiente:

$$I = 100\left(\frac{Perd_h}{Cdisp}\right)$$

$I = porcentaje\ de\ perdida\ de\ in$

$Perd_h = Pérdida\ de\ infiltración\ por\ actividad\ (infiltración\ actual - infiltración\ con\ proyecto)$

$C_{disp} = Cantidad\ total\ disponibl$

A continuación, se muestra la infiltración presente actualmente en el área del proyecto y la infiltración que se tendrá con la ejecución del proyecto, misma determinada en el capítulo IV de la presente manifestación de impacto ambiental.

Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto.

Unidad	Infiltración (m^3)	Porcentaje %
Infiltración sin proyecto	253.79	10
Infiltración con proyecto	20.56	1

Tomando de base lo expuesto anteriormente, se implementaron las fórmulas correspondientes dando como resultado la siguiente:

$$Perd_h = (253.79 - 20.59) = 233.23$$

$$I = 100 * \left(\frac{2{,}4878.38}{233.23}\right) = 9\,\%$$

Es de recalcarse que en la presente metodología se toma de base a la cantidad de agua disponible, tomando en cuenta la infiltración actual (sin proyecto) del sitio del proyecto que se puede y con base en los cálculos establecidos se determina el escenario con proyecto.

Función de transformación.

La función de transformación implementada (Conesa, 2010) para el cálculo de la magnitud de la infiltración como se menciona anteriormente toma de base la infiltración actual como la calidad ambiental máxima asignándole un valor de 1 y a partir de la cual con base en lo determinado en los cálculos se establece la calidad ambiental que se tendrá con la implementación del proyecto.

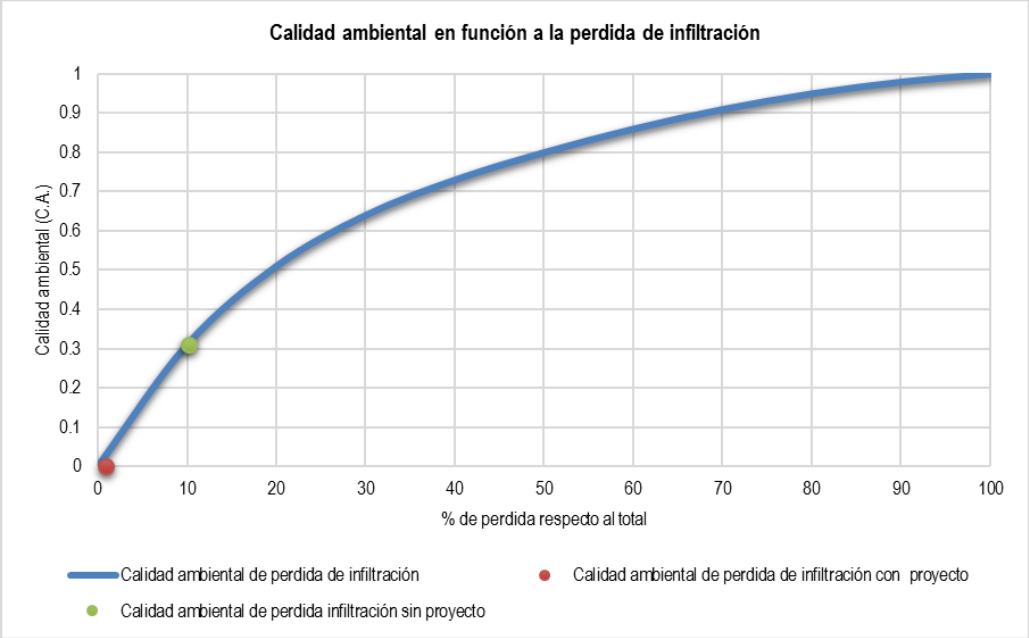


Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\left(indice\,de\,magnitu\right)=C.A\,\text{sin}\,proyecto-C.A.con\,proyecto$$

Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración.

Escenario	Infiltración (%)	Calidad ambiental
I Sin proyecto	10%	0.31
I con proyecto	1%	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 propuesta metodología del cálculo de la calidad del aire determinada en el diagnóstico ambiental correspondiente al capítulo 4, la cual se le hizo pequeñas 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 conocer el índice de la calidad del factor aire, se tomaron en cuenta diferentes indicadores y se les asignó una valoración, para posteriormente ponderar cada uno y obtener una evaluación cuantitativa, de esta manera conocer el índice de calidad, en dicha valoración se pretende abordar 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.14. 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, se les asignó un valor en base 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 empleadas son las siguientes:

$$ICA = \left(\frac{Ve*100}{MVO} \right)$$

ICA=Índice de cálidad del aire

Ve=Valor estimado

MVO=Maximo valor obtenido

$$MVO = (Vmax\text{-}Vmin)$$

MVO =Maximo valor obtenido

Vmax=Valor maximo *(33)*

Vmin=Valor minimo *(11)*

Para el caso del valor máximo de 33 se establece que se les asigna a todos los indicadores considerados un valor de 3 dado como resultado una suma total de 33 y para el valor mínimo se le asigna 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.

$$Ve=\left(V_T\text{-}Vmin\right)$$

Ve=Valor estimado

V_T =Valor total

Vmin=Valor minimo *(11)*

$$V_t=\left(I_1+I_2+I_3+I_4+I_5+I_6+I_7+I_8+I_9+I_{10}+I_{11}\right)$$

V_T =Valor total

$V_{n\,(1\text{-}11)}$=Valor de indicadores (1-3)

Es importante mencionar que, para 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 4 y para el caso del escenario con proyecto se realizó un pequeño análisis, en la cual se trató de proyectar el estatus de los indicadores con la ejecución del proyecto, mismas que se presentan a continuación:

Cuadro V.15. 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	●			3	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	●			1	1
	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	●			1	1
	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	3
	Media		●			
	Baja			●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	G. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3		
	61 -100%			●	3	1
	31 - 60 %		●			
	0 - 30 %	●				
	H. Altura de la vegetación	1	2	3		
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			2	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	2
	Entre 35-74 mg/m^3		●			
	Mayor o igual a 75 mg/m^3	●				
Total					**22**	**20**
Valor mínimo					11	
Valor máximo					33	
Calidad Ambiental Atmosférica					**50**	**41**

*Para la determinación del nivel de suspensión de partículas se consultó la página: https://weather.com/es-US/forecast/air-quality/l/Tehuac%C3%A1n+Puebla+M%C3%A9xico?canonicalCityId=70b909abc10a5c86daf3324bf07336acfda3c57ec42635c6ad19fa6ece2bc8c9.

A partir del análisis anterior se establece los valores de calidad del aire en sus diversos escenarios con y sin proyecto.

Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto.

Escenario	Índice de calidad del aire
Sin proyecto	50
Con proyecto	41

Función de transformación.

Para la generación de la función de transformación correspondiente se toma de base el máximo valor que se puede obtener con base en los cálculos realizados respecto al índice de calidad del aire (ICA), la cual corresponde a un valor de 100 y el valor mínimo que se puede obtener la 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.17. 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 través de lo establecido en el cuadro anterior se genera la función de transformación de la calidad ambiental del aire, misma que se presenta en la siguiente figura en conjunto con los diversos escenarios con y sin proyecto.

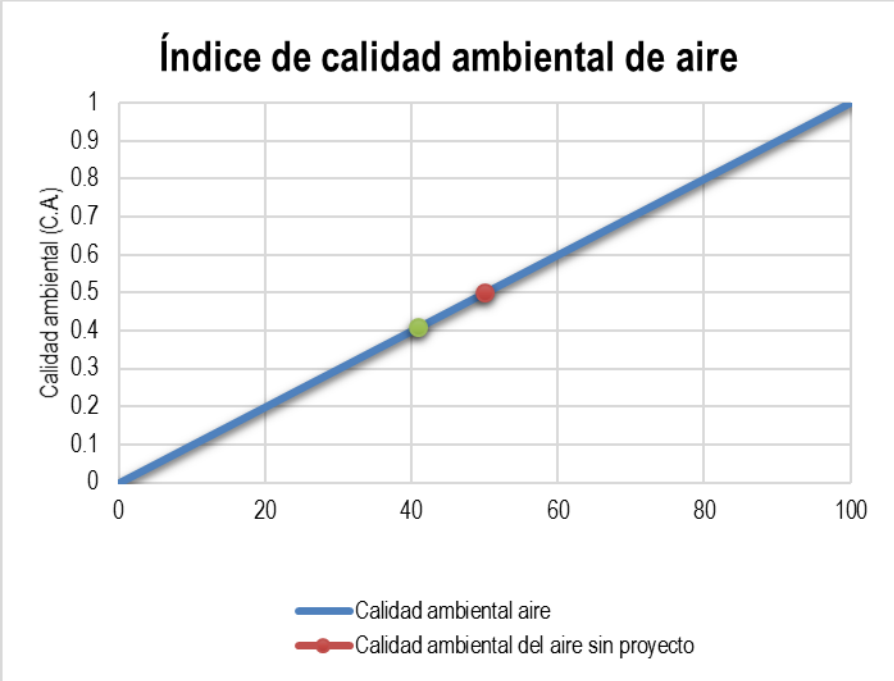


Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto.

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.

Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire.

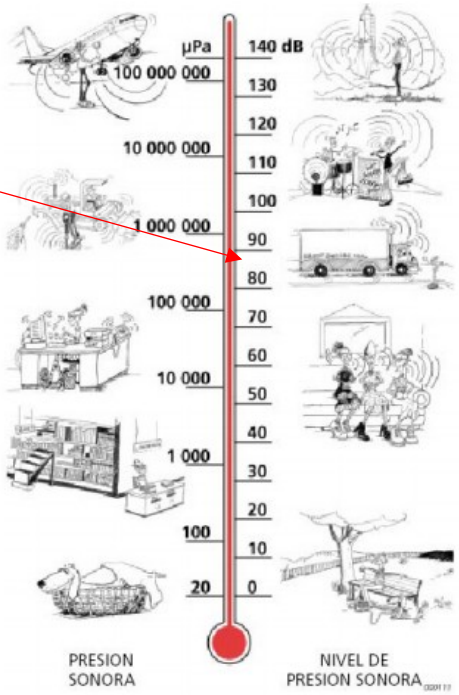
Escenario	Índice de calidad del aire	Calidad ambiental
Sin proyecto	50	0.50
Con proyecto	41	0.41
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.09**

Es importante mencionar que se optó por la implementación de la metodología propuesta, ya que esta 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.

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 ruido generado por dicha maquinaria, para ello se tomando de referencia el estudio denominado “ruido ambiental” realizada en el años 2000 por brüel&kjær, que es una empresa líder en soluciones para los profesionales en el campo del ruido ambiental y del ruido en puestos de trabajo que, durante más de 50 años, se han encargado de las mediciones de vibración y de sonido del núcleo de nuestras actividades, en dicho estudio a modo de ejemplificación y para un mayor entendimiento se presenta la siguiente figura.

Nivel de presión sonoro generado por la maquinaria a implementar.



Tomada de: BRÜEL & KJÆR, 2000, *Ruido Ambiental*, por cortesía de Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.

Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental).

Con base en lo expuesto anteriormente se puede determinar que el nivel de presión sonoro emitido por la maquinaria y equipo a implementar oscila entre los 101 db que será tomada como el escenario con proyecto y para el caso del escenario sin proyecto se considera lo que se observó a los alrededores (asentamientos humanos, uso de maquinaria y/o actividades de cualquier índole) que emitan sonido alguno se considera un nivel igual a 70 db.

Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	70	0.61
Con proyecto	101	0.38
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.23**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN.

Para la generación de la función de trasformación correspondiente se consultaron diversos estudios referentes a la generación de ruido y sus diversos niveles, de forma concreta 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 hacer mención que el personal que labore durante la ejecución de cambio de uso de suelo usara equipo de protección auditivo.

Cuadro V.20. 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 da 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 sonoro, en la cual se recalca que el límite máximo permisible de nivel sonoro establecido por norma se considerara un límite aceptable a partir de la cual el aumento del nivel sonoro genera efectos críticos a la salud.

Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido.

Categoría	Nivel de presión sonoro dB(A)	Calidad ambiental
Ligero	0	1.00
	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

En la siguiente figura se presenta la función de transformación correspondiente en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

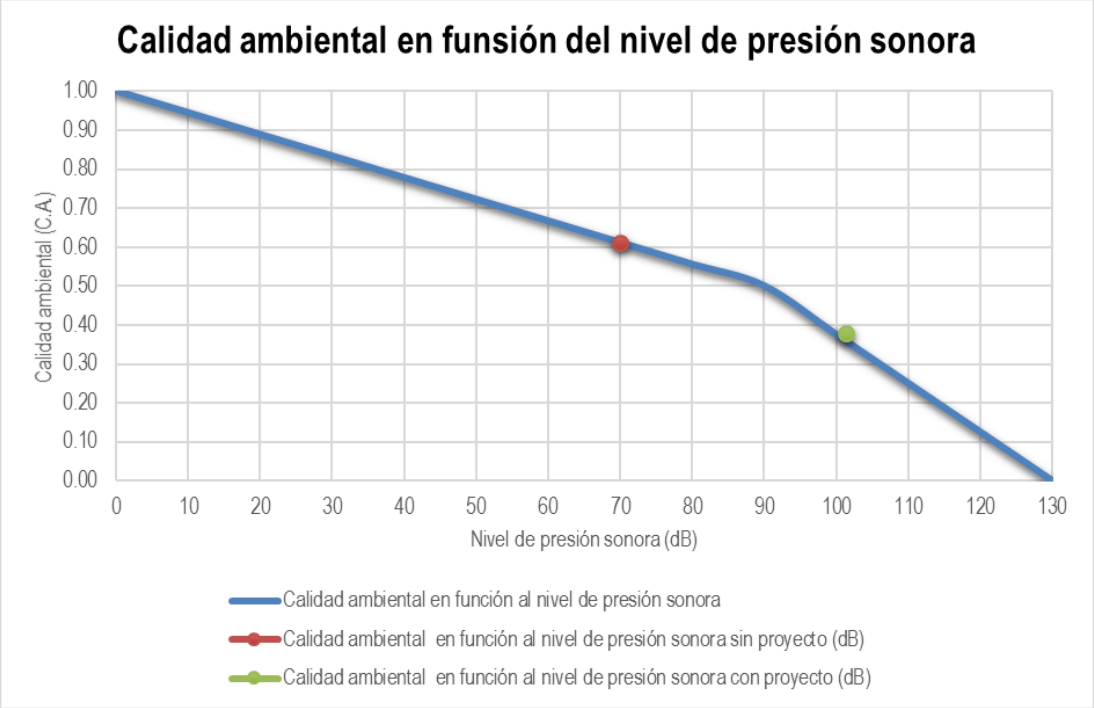


Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\left(indice\,de\,magnitu\right)=C.A\,\mathrm{sin}\,proyecto-C.A.con\,proyecto.$$

Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.

Unidad	Nivel de presión sonora Db(A)	Calidad ambiental
Calidad ambiental en función al nivel de presión sonora sin proyecto (dB)	70	0.61
Calidad ambiental en función al nivel de presión sonora con proyecto (dB)	101	0.38
C.A. Neta		**0.23**

PERDIDA DE MATERIAL ORGÁNICO.

Para la determinación de la magnitud de la perdida de material orgánico con y sin proyecto se toma de base la perdida de suelo a través de la erosión, misma determinada en el cálculo de erosión del capítulo IV, en donde se establece lo siguiente:

La erosión actual representa la equivalencia a la perdida de material orgánico sin proyecto en donde actualmente para el sitio del proyecto se presenta los siguientes datos.

Cuadro V.23. Erosión existente actualmente en el área del proyecto.

Erosión	Sin proyecto (Ton/Ha/año)	Con proyecto (Ton/Ha/año)
Hídrica	0.37	1.49
Eólica	9.25	36.98
Total	**9.62**	**38.47**

Con lo expuesto anteriormente podemos decir que en el sitio del proyecto actualmente existe una pérdida de suelo anual de 9.62 tonelada por hectárea y para la estimación de la perdida de material orgánico que se tendría con la ejecución del proyecto se presenta la siguiente metodología, tomando como referencia que en la realización del despalme se pretende llevar a cabo la remoción de la capa fértil presente en los sitios de cambio de uso de suelo.

Estimación del volumen total a remover en el despalme:

$$V = S * PM$$

$$V = Volumen\ por\ hectarea\left(m^3\right)$$

$$S = Superficie\ por\ hectarea\left(m^2\right)$$

$$PM = Profundida\ de\ material\ organico\left(m\right)$$

Para la estimación del volumen se toma como parámetro la superficie correspondiente a 1 hectárea (10,000 m^2) y una profundidad promedio de material orgánico de 3 cm, lo que nos refleja los siguientes resultados:

$$V = 10{,}000.00\,m^2 * 0.03\,m$$

$$V = 300\,m^3$$

Para la conversión de m^3 a toneladas es necesario conocer la densidad del material a extraer por lo que en este caso la densidad del material corresponde a 0.5 g/m3[1], dando lo siguientes resultado

$$T = V * D$$

$$T = Cantidad\ de\ material\ organico\ a\ remover\left(toneladas/hectarea\right)$$

1 Valores críticos de densidad aparente en función de la textura, Portal y Cols., 1999

$$V = Volumen\ por\ hectarea\left(m^3\right)$$

$$D = Densidad\ del\ material\left(g/m^3\right)$$

Sustituyendo:

$$T = 300 * 0.5$$

$$T = 150\ toneladas/hectarea$$

Por lo que se estima que con la ejecución del proyecto se tendrá una remoción de 150 toneladas por hectárea de material orgánico.

Cuadro V.24. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto.

Escenario	Cantidad de material orgánico (ton/ha)
Sin proyecto	9.62
Con proyecto	150

FUNCIÓN DE TRASFORMACIÓN.

Para la determinación de la función de transformación de la perdida de material orgánico se tomó la categorización presentada en la metodología del cálculo de erosión, misma que se muestra a continuación.

Cuadro V.25. 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.26. 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 estas representa la erosión total, dicha categorización se presenta a continuación:

Cuadro V.27. 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:

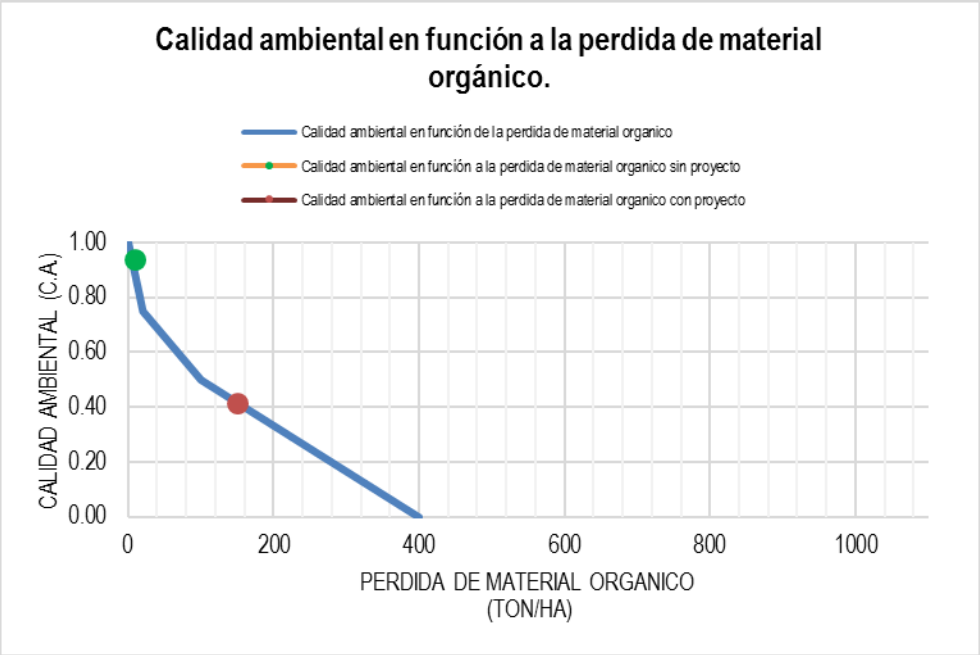


Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto**.**

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A.Neta\left(indice\,de\,magnitu\right)=C.A\,\mathrm{sin}\,proyecto-C.A.con\,proyecto$$

Cuadro V.28. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico.

Escenario	Perdida de material orgánico (ton/ha)	Calidad ambiental
Sin proyecto	9.618	0.94
Con proyecto	150	0.42
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.52**

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 4, misma que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro V.29. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto).

Erosión	Sin proyecto (Ton/Ha/año)	Con proyecto (Ton/Ha/año)
Erosión Hídrica.	0.37	1.49
Erosión eólica	9.25	36.98
Total	**9.62**	**38.47**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN.

Para la generación de la función de transformación correspondiente al aumento de erosión se tomó en cuenta la función aplicada a la perdida de material orgánico, debido a que las unidades de dicha función se miden bajo el mismo criterio que el aumento de erosión (ton/ha), en el siguiente grafico se muestra la función de transformación correspondiente al aumento de erosión con sus diversos escenarios con y sin proyecto.

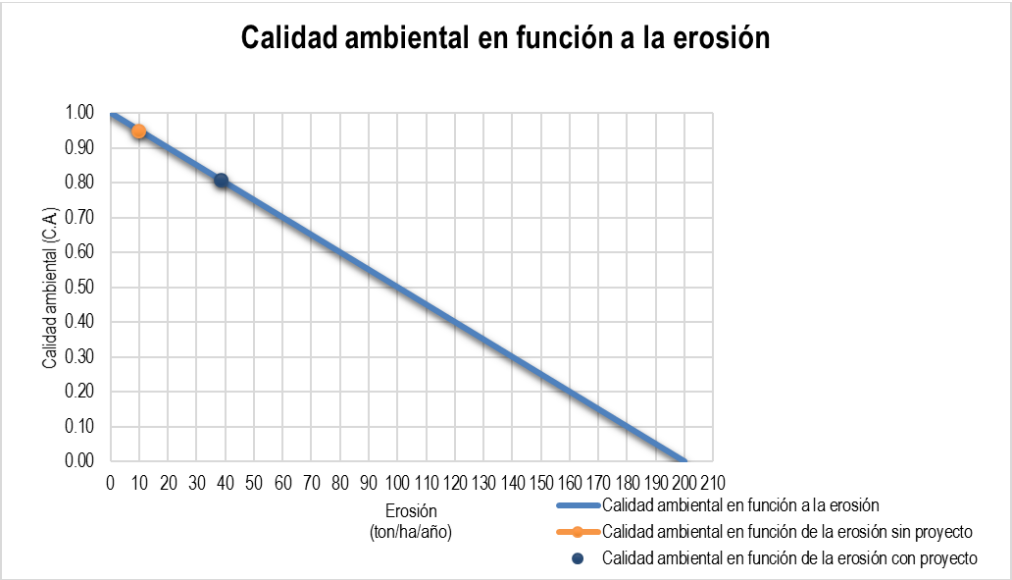


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\left(indice\ de\ magnitu\right)=C.A\ \text{sin}\ proyecto-C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.30. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/ha/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	9.62	0.95
Con proyecto	38.47	0.81
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.14**

PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL

Para el cálculo de la magnitud de la perdida de cobertura vegetal se tomó lo expuesto en LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a edición) y la superficie sometida a cambio de uso de suelo que se considera como la superficie provista de vegetación, misma expuesta a lo largo de los diversos capítulos de la presente manifestación de impacto ambiental, en el libro de Conesa, 2010 se da a conocer lo siguiente:

$$PSCV=¿$$

$$PSCV=Porcentage\ de\ superficie\ cubierta\ de\ vegetación \quad (\%)$$

$$STCV=Superficie\ total\ cubierta\ por\ vegetación \quad (ha)$$

$$SCTV=Superficie\ cubierta\ por\ tipo\ de\ vegetación \quad (ha)$$

$$K=Shannon$$

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores

Cuadro V.31. 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 en índice de Shannon para el sitio a afectar, la 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 IV y promediando los resultado obtenidos de los estratos presentados.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.32. 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**
Bosque de mezquite	0.5109	0.1	10%	0.1
STCV	0.5109		10%	0.1

Cuadro V.33. 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**
Bosque de mezquite	0	0.1	0%	0
STCV	0.5109	-	0%	0

Para el escenario establecido con proyecto se considera que después de llevarse a cabo la ejecución del proyecto no existirá vegetación en dicho sitio 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 expuesto 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 establece los valores menores en cuanto a calidad ambiental se refiere, en el siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

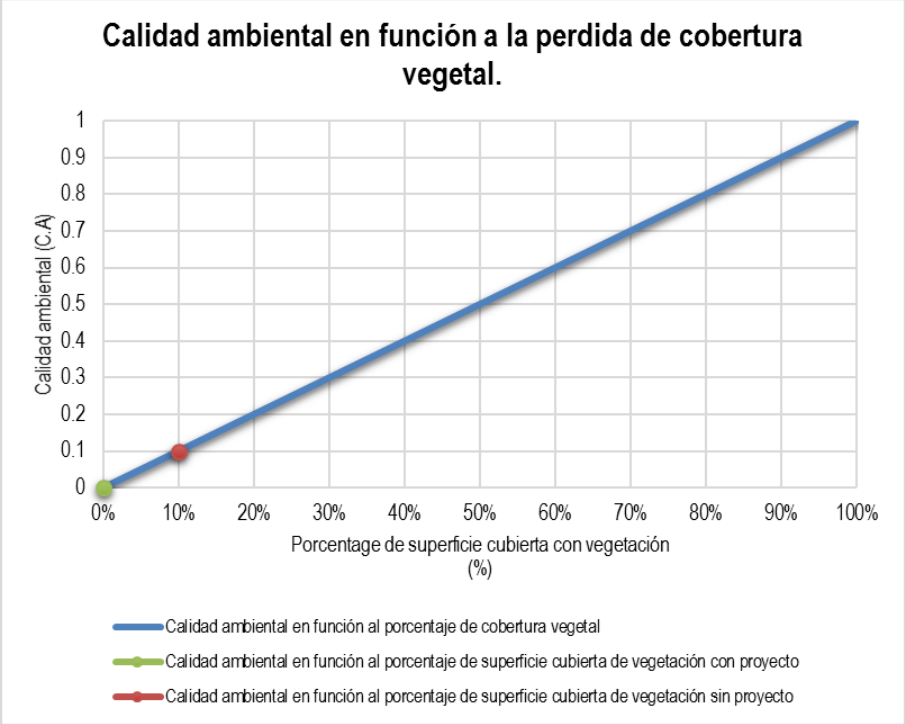


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\left(indice\ de\ magnitu\right)=C.A\ \text{sin}\ proyecto-C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.34. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación.

Escenario	PSCV (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	10%	0.1
Con proyecto	0%	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.1**

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT.

Respecto a la fauna para el cálculo de la magnitud de la modificación del habitad se tomó la misma metodología expuesta para la perdida de cobertura vegetal establecida en LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL de CONESA FDEZ. VÍTORA (4.a 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 pequeñas adecuaciones, misma expuesta a continuación.

$$PDH = ¿$$

$$PDH = Porcentaje\ de\ distribución\ con\ base\ en\ habitad \quad (\%)$$

$$STV = Superficie\ por\ tipo\ de\ vegetación\ (ár$$

$$STC = Superficie\ total\ a\ conciderar\ (\ área\ del\ proyecto$$

$$K = Shannon$$

Para el cálculo de K en función de Shannon se establece los siguientes valores.

Cuadro V.35. 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)*	Con proyecto
Muy Común	*0.1*	0-1	*Mal estado (Diversidad muy baja)*	

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la modificación del habitad, 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 se refiere en torno a la distribución de habitad, 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 IV.

Tomando en cuenta las formulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución de habitad sin proyecto				
Tipo de vegetación	**Superficie (ha)**	**K**	**PSC V**	**Calidad ambiental**
Bosque de mezquite	0.5109	0.2	20%	0.2
STV	0.5109			
STC	0.5109			

Cuadro V.37. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución de habitad con proyecto (PDH) %				
Tipo de vegetación	**Superficie (ha)**	**K**	**PSCV**	**Calidad ambiental**
Bosque de mezquite	0	0	0%	0

Para el escenario establecido con proyecto se considera que después de llevarse a cabo la ejecución del proyecto no existirá fauna alguna en el sitio, 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 expuesto 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 habitad de las especies y a partir de ahí se establece los valores menores en cuanto a calidad ambiental, en el siguiente figura se presenta la función de transformación implementada en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

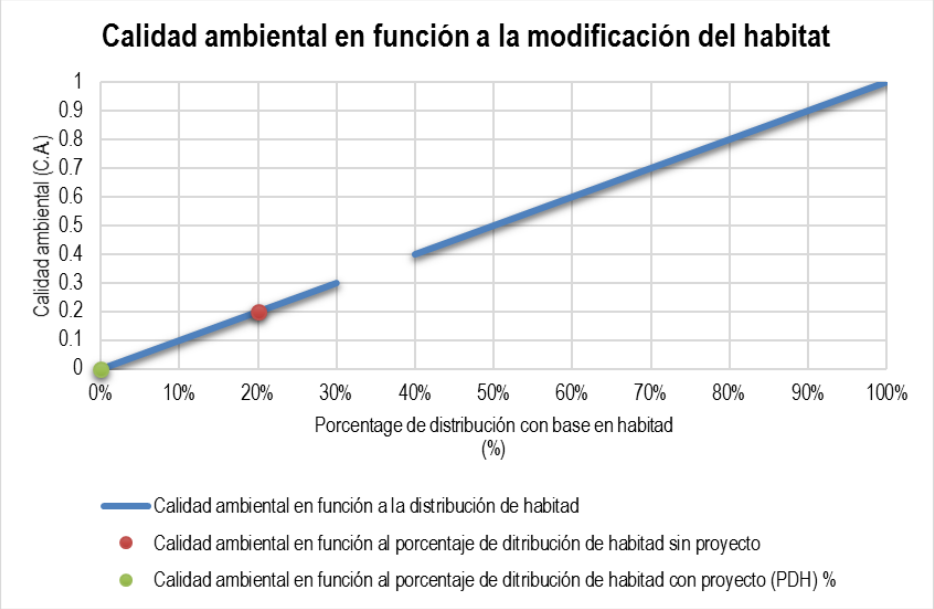


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\left(indice\,de\,magnitu\right)=C.A\,\mathrm{sin}\,proyecto-C.A.con\,proyecto.$$

Cuadro V.38. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat**.**

Escenario	**PDH (%)**	**Calidad ambiental**
Sin proyecto	20%	0.2
Con proyecto	0	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.2**

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, que se realiza a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en escala de rango o de orden, sin desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéricas. se utiliza una escala universal de valores absolutos, ***Va.***

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 estas, a la población potencial de observadores, y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo del paisaje, VR.

$$V_R = K * Va$$

Siendo:

$K= 1.125*[P*Ac*S/d]^{1/4}$

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).

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, VR, acorde con el modelo descrito, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

El área de estudio se encuentra inmerso dentro de la ciudad de Tehuacán, en el estado de Puebla.

Tomando en cuenta las fórmulas expuestas anteriormente se determinaron los cálculos para los diversos escenarios, con y sin proyecto.

Cuadro V.39. Valoración subjetiva del paisaje.

Escenario	Categorización del paisaje %	Calidad ambiental
Sin proyecto	4	0.04
con proyecto	2	0.03
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.01**

V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS.

Una vez determinada 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 presenta la siguiente formula.

$$V_i = I_i * C.A._{neta}$$

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 establece los valores de juicio en función al valor de impacto determinado.

Cuadro V.40. 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 realizó los cálculos pertinentes determinando la siguiente valoración para los impactos detectados.

Cuadro V.41. 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	Infiltración	Reducción en la infiltración	0.60	0.31	0.19	Compatibles	No significativo
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.13	0.09	0.01	Compatibles	No significativo
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	0.50	0.23	0.12	Compatibles	No significativo
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.73	0.14	0.10	Compatibles	No significativo
			Pérdida de material orgánico	0.57	0.69	0.39	**Moderados**	No significativo
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	0.57	0.10	0.06	**Compatibles**	No significativo
		Cobertura vegetal						
		Abundancia						
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	0.40	0.20	0.08	Compatibles	No significativo
		Abundancia						
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 presentada anteriormente para el presente proyecto (cambio de uso de suelo), se detectaron un total de 8 impactos de la cuales 7 presentan compatibilidad y 1 de los impactos se consideran impactos se considera como moderado, todos de con la significancia de "*no significativos*". A continuación, se presenta un análisis para cada impacto detectado.

Agua.

Reducción de la infiltración.

Para el caso de la 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 perdida de infiltración no se considera de manera relevante ya que únicamente se pierde el 9% de infiltración total disponible, dando como resultado en la función de transformación una calidad ambiental no significativa y considerando el tipo de suelo presente en el sitio del proyecto el cual se considera favorecedor para la infiltración. Por lo tanto, no se verá afectada de manera drástica y significativa, además de se propondrán obras para mitigar el impacto.

Suelo.

Aumento de la erosión.

Respecto a erosión se puede decir que al igual que la mayoría de los impactos, este se considera un impacto compatible con el ambiente al llevar a cabo el proyecto, esto se debe principalmente a que con base en los cálculos de erosión estimados con la ejecución del proyecto la calidad ambiental disminuye de 0.95 a 0.81, disminuyendo a una calidad ambiental neta de 0.14, por lo que se propondrán las medidas de mitigación necesarias para mejorar la calidad ambiental durante la ejecución del proyecto.

Perdida de material orgánico.

En cuanto a la perdida de material orgánico se refiere, este impacto se considera uno de los impactos con mayor afectación aunque se clasifica como no significativo, esto se debe principalmente a que en las diversas actividades contempladas durante la ejecución del proyecto se contempla la remoción total de la capa fértil e la etapa de preparación el sitio, sin embargo, este impacto no se considera de manera crítica debido a que esta actividad solo se llevara a cabo en una superficie establecida y se propondrán medidas de mitigación en apartados siguientes para minimizar el impacto.

Aire

Suspensión de partículas.

Para el caso de dicho impacto con base en el análisis establecido durante su determinación, se puede establecer como un impacto compatible, esto se debe principalmente 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 rebasaran los niveles máximos permisibles por la legislación vigente y por ende los niveles de suspensión que existirá no representaran efectos significativos al ambiente, además de que en las actividades en donde se contempla pudiera existir dicho impacto no se consideran de manera relevante.

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, la valorización de este impacto 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 proyecto.

Flora

Perdida de cobertura vegetal.

La pérdida de cobertura vegetal se determinó como un impacto moderado, en un principio se pudiera considera dicho impacto en un nivel más alto, sin embargo, con base en el proceso de los cálculos realizados para su valoración, el sitio no presenta relevancia en cuanto a diversidad (Shannon) se refiere, lo que establece su condición idéntica al entorno y considerando la superficie total de vegetación a remover en comparación a la superficie de vegetación presente en el entorno, no se considera de gran magnitud, puesto que se seguirá conservando la mayor parte la cobertura vegetal a nivel sistema ambiental y la diversidad en cuanto a individuos de flora se refiere se seguirán conservando, lo que no pone en riesgo la distribución ni permanencia de las especies existente actualmente en el área del proyecto.

Fauna

Modificación del hábitat.

Respecto a la modificación del habitad para el caso de la fauna al igual que la flora se considera como un impacto compatible, ya que tanto la flora como la fauna están íntimamente ligados y si existe vegetación alguna 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 en dicho sito, además de que debido a la capacidad de movilidad que presentan los organismos que pudieran ser afectados estos 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 sistema ambiental presenta las mismas características que el sitio a afectar por tratarse del mismo tipo de vegetación, el habitad de los organismos presentes se seguirán conservando.

Paisaje

Modificación del paisaje.

En cuanto a la modificación de paisaje podemos decir que con base en el análisis establecido se determinó dicho impacto como compatible con el ambiente, esto se considera de esta manera ya que de acuerdo a los cálculos realizados la inserción del proyecto al ambiente no generaría efectos significativos, esto se establece de esta manera ya 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.3. CONCLUSIONES.

Como conclusión general, se puede decir que los niveles de impactos determinados en un 88% presentan compatibilidad ambiental, estableciendo que, la inserción del proyecto al medio no generarían efectos significativos, al llevar a cabo el proyecto se generan 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, ya que sus actividades buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y/o compensación que permitirán un desarrollo compatible 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 del proyecto:

A. El proyecto que se pretende realizar corresponde al cambio de uso de suelo, actividades que son compatibles con el ambiente.
B. Los principales impactos ambientales determinados se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son vegetación y hábitat.
C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables.
D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual no había sufrido ningún tipo de alteración, con vegetación y fauna terrestre.
E. El 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.

F. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a la flora y fauna silvestre.

G. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.

H. 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.

I. 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.4. BIBLIOGRAFÍA.

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 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.

https://es.weatherspark.com/y/7427/Clima-promedio-en-Tehuac%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o

https://weather.com/es-US/forecast/air-quality/l/Tehuac%C3%A1n+Puebla+M%C3%A9xico?canonicalCityId=70b909abc10a5c86daf3324bf07336acfda3c57ec42635c6ad19fa6ece2bc8c9.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE GENERAL

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 4

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 5

VI.1.1 BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PROYECTO. 5

VI.1.2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 7

VI.1.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS. 7

VI.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 11

VI.1.4.1 AGUA. 11

VI.1.4.2 AIRE. 15

VI.1.4.3 SUELO. 20

VI.1.4.4 FLORA. 24

VI.1.4.5 FAUNA. 36

VI.1.4.6 PAISAJE. 39

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 42

VI.2.1 INTRODUCCIÓN 42

VI.2.2 OBJETIVOS. 42

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL 42

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 42

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO 42

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 43

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. 43

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS. 48

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). 49

VI.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. 52

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 52

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS. 52

VI.5 BIBLIOGRAFÍA 53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto. 5
Cuadro VI.2. Fauna existente en la zona del proyecto. 6
Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental. 7
Cuadro VI.4. Medidas contra impactos propuestas. 8
Cuadro VI.5. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto. 9
Cuadro VI.6. Costos de la delimitación del proyecto. 11
Cuadro VI.7. Comparativo de infiltración del Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto. 13
Cuadro VI.8. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de la vegetación. 13
Cuadro VI.9. Comparativo escurrimiento/infiltración. 14
Cuadro VI.10. Costos estimados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. 16
Cuadro VI.11. Costos estimados para el humedecimiento de las superficies. 18
Cuadro VI.12. Carbono contenido en el AP. 20
Cuadro VI.13. Número de individuos a reforestar 20
Cuadro VI.14. Datos de erosión en el área del proyecto (CUS). 21
Cuadro VI.15. Erosión del área sujeta a evaluación. 22
Cuadro VI.16. Costos estimados de los recorridos, recolección y colocación de los contenedores. 23
Cuadro VI.17. Criterios para la determinación de las especies a reubicar. 26
Cuadro VI.18. Determinación de las especies a rescatar y reubicar 27
Cuadro VI.19. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar 29
Cuadro VI.20. Criterios para la determinación del número de individuos por especies a reubicar 30
Cuadro VI.21. Especies propuestas para su rescate y reubicación 32
Cuadro VI.22. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora. 33
Cuadro VI.23. Costos estimados del mantenimiento de la flora rescatada. 34
Cuadro VI.24. Especies propuestas para reforestar. 34
Cuadro VI.25. Costos estimados de la reforestación. 36
Cuadro VI.26. Cotización de material de gasto único. 38
Cuadro VI.27. Cotización de personal y activos de gasto constante. 38
Cuadro VI.28. Costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental. 39
Cuadro VI.29. Costos estimados para la colocación de carteles preventivos. 40
Cuadro VI.30. Costos para la limpieza y el retiro de la maquinaria. 41
Cuadro VI.31. Programa de vigilancia ambiental. 44
Cuadro VI.32. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos. 49
Cuadro VI.33. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 49
Cuadro VI.34. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas. 53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Triángulo de especies presentes para el Bosque de mezquite en el AP. 31

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Ejemplo de la colocación de sanitarios portátiles. 12
Imagen VI.2. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas. 14
Imagen VI.3. Esquema de infiltración del agua 15
Imagen VI.4. Humedecimiento de las áreas 16
Imagen VI.5. Parque eólico PIER 220 año 2018, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas. 17
Imagen VI.6. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas 2. 17
Imagen VI.7. Erosión eólica en el desmonte 21

Imagen VI.8. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 1.. 23
Imagen VI.9. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 2.. 23
Imagen VI.10. Especies propuestas a rescatar y reubicar 27
Imagen VI.11. CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TIPO A2 CUAPIAXTLA-CUACNOPALAN DEL KM 26+000 AL KM 63+663, rescate de flora silvestre (1). 32
Imagen VI.12. CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TIPO A2 CUAPIAXTLA-CUACNOPALAN DEL KM 26+000 AL KM 63+663, rescate de flora silvestre (2). 33
Imagen VI.13. Ejemplo de las actividades post-reubicación. 34
Imagen VI.14. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (1). 35
Imagen VI.15. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (2). 35
Imagen VI.16. Ejemplo de pláticas de concientización ambiental. 39
Imagen VI.17. Ejemplo de la colocación de carteles preventivos. 40
Imagen VI.18. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, limpieza del área 1. 41

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 de mitigación y/o compensación, también ayudarán a formular, en caso de requerirse, medidas emergentes necesarias para aminorar los impactos ambientales adversos del proyecto.

Objetivos Generales.

Las acciones, que en su conjunto se denominan medidas de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto, limitando el grado o magnitud de la (s) actividad (es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto, tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del proyecto (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto, al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Tomando en cuenta las condiciones ambientales existentes en la superficie del proyecto y en el SA, así como los posibles efectos negativos más relevantes, que pueden derivarse por el desarrollo del proyecto, mismos que fueron expuestos y analizados ampliamente en los capítulos anteriores, el promovente del proyecto, deberá aplicar *tres estrategias*, que servirán de eje para conseguir la protección al ambiente, lograr el desarrollo sustentable del proyecto y su compatibilidad con el medio ambiente:

1. Fomentar la supervisión ambiental que garantice el cumplimiento de diversas medidas, que permitirán el control de impactos ambientales.
2. Promover la responsabilidad ambiental entre los colaboradores del proyecto.
3. Aplicar medidas que faciliten la medición de la efectividad de las medidas de control de impactos ambientales, a través de una supervisión ambiental continua durante las etapas del proyecto, supervisión que deberá ser realizada por una persona que cuente con la capacidad y conocimiento en manejo ambiental contratada por el promovente de la obra.

Se propone una serie de medidas de control de impactos con el objetivo principal de evitar que las actividades a desarrollar puedan ocasionar daños o alteraciones irreversibles en el medio ambiente de la región y todos sus actores involucrados. La aplicación y puesta en marcha correcta de estas medidas preventivas tendrá como resultado un mínimo de afectación y se conservará por un periodo más prolongado las condiciones originales del medio ambiente en el SA. En la actualidad el cuidado del medio ambiente es de gran importancia, por lo tanto, para cualquier obra que pueda alterar los ecosistemas es necesario que cumpla con requisitos establecidos para el cuidado del medio ambiente, es por ello, que según la normatividad existente en nuestro país se tomarán medidas que prevengan aspectos ambientales que

puedan destruir esos hábitats. Según lo anterior, es necesario destacar la importancia de comprender al conjunto de medidas de prevención y mitigación propuestas como una estrategia de protección ambiental.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

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 y el suelo; 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.

VI.1.1 BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PROYECTO.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar que el tipo de vegetación del ecosistema forestal pertenece a **Bosque de mezquite**. La obra considera un cambio de uso de suelo con una superficie de 0.5109 ha., representando el 0.00676% del área total que ocupa en la superficie total del SA.

- **Flora encontrada en el área del proyecto.**

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto.

ESTRATO ARBÓREO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
1	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Naranjillo
2	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia farnesiana*	Huizache
3	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde
4	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite
ESTRATO ARBUSTIVO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
1	Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate
ESTRATO HERBÁCEO				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
1	Chenopodiaceae	Chenopodium	*Chenopodium fremontii*	S/N
2	Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina
3	Poaceae	Enneapogon	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
1	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallitos
2	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia cochenillifera*	Nopal chamacuero
3	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón
4	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia tomentosa*	Nopal

- **Fauna encontrada en la zona del proyecto.**

La superficie del proyecto resulta chica comparada con el SA, como para hablar de especies de fauna propias de dicha superficie, mayormente si se considera el hábito migratorio de la mayor parte de especies silvestres. Por lo anterior, y tomando en cuenta que se trata de una pequeña parte de un ecosistema o región, se puede considerar que las especies de fauna reportadas para toda la zona se encuentran representadas en algún momento dado dentro de la superficie específica del proyecto.

Es importante mencionar que, además de información proporcionada por los pobladores vecinos, se encontraron rastros de algunas especies que habitan o transitan por el proyecto, lo que indica que puede considerarse que estas especies se encuentran, en algún momento dado dentro del mismo.

Cuadro VI.2. Fauna existente en la zona del proyecto.

AVIFAUNA					
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**	**IUCN**
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC
2	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC
3	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	LC
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC
5	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	LC
6	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	LC
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	LC
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC
10	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	LC
11	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	LC
MASTOFAUNA					
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**	**IUCN**
1	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	LC
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	LC
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	LC
HERPETOFAUNA					
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**	**IUCN**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	LC
2	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius**	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr	LC

De las especies anteriormente mencionadas para la flora y la fauna silvestre, se indica que se registró una especie perteneciente al grupo de herpetofauna (sauropsidos no aves, *sensu strictio*); de nombre común Huico pigmeo de Tehuacán (*Aspidoscelis parvisocius*); con la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, por lo tanto, es importante asegurar la supervivencia de estos ejemplares, pues su valor ecosistémico es intrínseco.

VI.1.2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

De acuerdo al presente estudio, se plantea que para la ejecución del cambio de uso de suelo dentro del proyecto **MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO**, se ocasionarán los siguientes impactos:

Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas
		Ruido	Contaminación acústica ambiental
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión
			Pérdida de material orgánico
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal
		Cobertura vegetal	
		Abundancia	
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat
		Abundancia	
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje
		Calidad del paisaje	
Económico	Empleo	Empleo	Ingresos económicos

VI.1.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS.

Los métodos propuestos se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental, es por ello que las medidas a aplicar han sido previstas para los impactos ambientales negativos producto de la implementación del proyecto, sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico.

Las medidas propuestas se clasifican como a continuación se presenta:

a) Medidas preventivas
b) Medidas de mitigación
c) Medidas de compensación
d) Medidas de restauración

Para la identificación y adopción de las medidas se deben de tener en cuenta los siguientes criterios.

- **Medidas preventivas.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente, para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. Evitan el impacto modificando alguno de los factores definitorios del proyecto (localización, tecnología, tamaño, calendario de construcción y/u operación, diseño, materiales y materias primas a emplear, etc.).
- **Medidas de mitigación**. Propiamente dichas se encaminan a la eliminación, reducción o modificación del efecto. Pueden operar sobre las causas (acciones del proyecto o sobre el receptor). Estas medidas son las que se proyectan para eliminar los efectos ambientales negativos o están dirigidas a anular, atenuar, corregir, modificar las acciones y efectos de las actividades del proyecto.
- **Medidas compensatorias.** Estas medidas se aplican a impactos irrecuperables e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero contrapesa de alguna manera la

alteración del factor. Son todas aquellas que como su nombre lo indica son para resarcir o indemnizar a alguien (persona, población, institución u organización) que se produce por el daño inevitable que se genera por una actividad o una obra. Por ejemplo, el pago de una suma por la afectación de árboles removidos en una zona donde los habitantes los valoren, y el costeo de volver a sembrarlos.

- **Medidas de restauración.** Consiste en llevar a cabo una serie de medidas correctoras en el ambiente degradado para que pueda retornar o asimilar a las condiciones ambientales anteriores a la modificación del mismo.

Los métodos propuestos se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental, es por ello que las medidas a aplicar han sido previstas para los impactos ambientales negativos producto de la implementación del proyecto, sobre el medio natural.

MEDIDAS CONTRA IMPACTOS PROPUESTAS

En el Cuadro VI.4 se enlistan las medidas contra impactos propuestas para esta Manifestación de Impacto Ambiental, mismas que serán descritas a lo largo del documento.

Cuadro VI.4. Medidas contra impactos propuestas.

MEDIDAS CONTRA IMPACTOS	
M1	Restringir las actividades solo al Área del Proyecto
M2	Colocación de sanitarios
M3	Horarios de trabajo bajo normativa
M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo
M5	Humedecimiento de las superficies
M6	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo
M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos
M8	Rescate y reubicación de flora
M9	Reforestación con especies nativas
M10	Ahuyentamiento de fauna silvestre
M11	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre
M12	Pláticas de concientización ambiental
M13	Colocación de carteles preventivos
M14	Limpieza y retiro de la maquinaria
MANTENIMIENTO DE LAS MEDIDAS	
Mm1	Mantenimiento de la reforestación

El Cuadro VI.5 muestra un resumen de las medidas contra impactos ambientales para cada elemento ambiental y posteriormente se desglosa el sistema de medidas por factor.

Cuadro VI.5. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	CANTIDAD
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	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 en el presente proyecto.	Prevención	En el perímetro del área del proyecto 300 m
			M2	Colocación de sanitarios	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de 1 sanitario que se colocará dentro del AP, el cuál recibirá mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	Prevención	1 sanitario
	Aire	Suspensión de partículas	M3	Horarios de trabajo bajo normativa	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 AP y la suspensión de partículas y el confort sonoro.	Prevención	Se trabajaran 8 horas diarias.
			M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, evitando así la generación innecesaria de partículas.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.
			M5	Humedecimiento de superficies	Durante las actividades de trabajo se humedecerán los caminos donde exista polvo, con el objetivo de evitar la dispersión de partículas. Cabe destacar que esta medida solo será implementada en temporada de sequía.	Prevención	Humedecimiento paulatino conforme el área del proyecto lo requiera.
		Contaminación acústica ambiental	M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.
			M3	Horarios de trabajo bajo normativa	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de 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.	Prevención	Todos los camiones y maquinaria.
	Suelo	Aumento de la erosión	M6	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme.	Prevención	Durante las actividades
		Contaminación del suelo>	M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	El cambio de uso de suelo se realizará de manera paulatina en un periodo de 1 año, sin embargo, no se considera que dicho proceso sea una acción en la cual se generen cantidades considerables de residuos y que éstos provoquen contaminación. Aun así, en caso de que se lleguen a generar, deberán contenerse y disponerse al municipio.	Prevención	Vigilancia continua y recolección de residuos

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	CANTIDAD
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M8	Rescate y reubicación de flora	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo, contempla la implementación de un "Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre" (ANEXO 9. PROG. RESCATE_FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Prevención	32 individuos a rescatar
			M9	Reforestación con especies nativas	Se propone la realización de una reforestación dentro del Área del Proyecto, en la zona determinada como "áreas verdes" por lo que dicho ecosistema pretende compensar la remoción de vegetación con el establecimiento de flora nativa. (ANEXO 8. PROG. REFORESTACIÓN)	Compensación	11 individuos en una superficie de 0.020553 ha.
	Fauna	Modificación del hábitat	M10	Ahuyentamiento de fauna silvestre	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 del mismo.	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
			M10	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un "Programa de Ahuyentamiento de Fauna", cuyo objetivo es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna donde se desarrollará el mismo, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y troncos huecos, principalmente) y especies protegidas (en caso de encontrarse) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo que se propone es un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 10. PROG. RESCATE_FAUNA).	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M12	Pláticas de concientización ambiental	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.	Prevención	1 vez a la semana, durante los 2 meses de CUS
			M13	Colocación de carteles preventivos	No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas. Por lo que se colocarán carteles o letreros preventivos sobre el cuidado y respeto hacia la flora y la fauna silvestre.	Prevención	4 carteles en toda el área de 0.5109 ha.
			M14	Limpieza y retiro de la maquinaria	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.	Mitigación	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
			M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Previo al inicio de actividades se realizará el marqueo de las áreas en donde se llevarán a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto.	Prevención	En el perímetro del área del proyecto 300 m
			M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área y den un aspecto desagradable, se realizará la supervisión constante de las zonas de trabajo y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto, así mismo, en caso de que se lleguen a generar residuos se deberán disponer en los almacenes correspondientes.	Prevención	Vigilancia continua y recolección de residuos
			M9	Reforestación con especies nativas	Se propone el mantenimiento de la reforestación, por lo que dicho ecosistema pretende compensar la remoción de vegetación con el establecimiento de flora nativa.	Compensación	5 años de mantenimiento

VI.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

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. Por lo que se señala el impacto y las medidas que se implementaran.

VI.1.4.1 AGUA.

REDUCCIÓN DE LA INFILTRACIÓN

RESTRINGIR LAS ACTIVIDADES SÓLO AL ÁREA DEL PROYECTO (PREVENCIÓN).

Todas las actividades relacionadas al proyecto se restringirán únicamente a la superficie solicitada para el mismo, evitando así la afectación de sitios no contemplados en el presente. Para asegurar el cumplimiento de la medida, se delimitará previamente el área autorizada, evitando rodar, descansar o estacionar la maquinaria y los vehículos de servicio fuera de las áreas de trabajo.

Para ello:

1. Se ubicarán los límites del proyecto y sus diferentes componentes.
2. En caso dado que el material utilizado sea cinta o malla, se colocarán estacas cada cierta distancia dentro de los límites, sirviendo, así como soporte.
3. Para la cal, de igual manera se colocarán estacas, con el objetivo de identificar los límites, pero a distancias mayores.

Todos los trabajos se realizarán bajo estricta supervisión, para evitar que se generen más daños de los necesarios.

PERSPECTIVA DE ÉXITO.

Realizando de manera correcta la determinación, se previene la afectación de las áreas colindantes. Además, todos los trabajos se realizarán bajo estricta supervisión, para evitar que se generen más daños.

COSTOS:

Los costos implicados por la realización de esta medida se presentan a continuación:

Cuadro VI.6. Costos de la delimitación del proyecto.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Insumos					
Machete	Pieza	$60.00	5	$30.00	$300.00
TOTAL				**$30.00**	**$300.00**

* Costo único de adquisición de material

AÑO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)
1	**Insumos**				
	Bulto de cal	Pieza	$110.00	7	$770.00
	Delimitación del área (300 m)				
	Trazo de la línea de marcado, sólo cortando ramas para lograr la visibilidad.	Jornal	$200.00	3	$600.00
	Delimitación de la superficie del AP (con cal)	Jornal	$200.00	3	$600.00
COSTO TOTAL					**$1,970.00**

USO DE LOS SANITARIOS EXISTENTES (PREVENCIÓN).

En el contexto de los impactos generados por las actividades a realizar en torno al proyecto se contemplan aquellos generados por los trabajadores a través de sus necesidades fisiológicas básicas. Por ende, se deberá instalar 1 sanitario portátil en un extremo del área del proyecto, 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 de los sanitarios de manera obligatoria, garantizando así la funcionalidad de éstos. Junto con su colocación, se les deberá dar el mantenimiento pertinente y recurrente.

La colocación estará a cargo de la empresa contratada, y será en los extremos de los polígonos del AP para prevenir riesgos de contaminación en caso de que ocurra algún accidente. No existe un parámetro cuantificable para la efectividad de esta medida, su éxito verá reflejado en la nula contaminación por residuos sanitarios en el área del proyecto.

PERSPECTIVA DE ÉXITO.

Al contar con sanitarios fijos, la empresa cuenta con una rutina de mantenimiento paulatino, lo que permite evitar la proliferación de enfermedades y el desagrado de los trabajadores y/o personal involucrado. Para evitar la afectación del ambiente durante las actividades del proyecto, se sugiere la constante supervisión.

Imagen VI.1. Ejemplo de la colocación de sanitarios portátiles.

REFORESTACIÓN (COMPENSACIÓN)

Atendiendo el análisis del Balance Hídrico presentado en el capítulo IV del presente estudio, se puede señalar que en la superficie del SA se presenta una infiltración de 4,386,473.88 m^3 de agua cada año; así mismo, respecto al área del proyecto correspondiente a 0.5109 ha., con una precipitación de 485.1 mm, adquieren una infiltración de 253.79 m^3 de agua anualmente, lo que representa el 0.08338% del Sistema ambiental.

Cuadro VI.7. Comparativo de infiltración del Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	36,682,132.69	100.00
Volumen EVT	31,991,288.01	87.21
Volumen escurrimiento	4,386,473.88	11.96
Volumen infiltración	**304,370.79**	**0.83**

BH	**1.0**

ÁREA DE INFLUENCIA (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	32,011.75	100.00
Volumen EVT	27,918.14	87.21
Volumen escurrimiento	3,827.99	11.96
Volumen infiltración	**265.62**	**0.83**

BH	**1.0**

ÁREA DEL PROYECTO (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	2,478.38	100.00
Volumen EVT	2,161.45	87.21
Volumen escurrimiento	63.14	2.55
Volumen infiltración	**253.79**	**10.24**

BH	**1.0**

Por otra parte, utilizando los cálculos del área del proyecto y realizando el balance hídrico, pero con la remoción total de los individuos, nos da como resultado que tendremos un aumento del escurrimiento de 296.37 m^3 de agua, y por ende una disminución de infiltración (-233.23 m^3).

Cuadro VI.8. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de la vegetación.

ÁREA DEL PROYECTO (m^3/año)		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	2,478.38	100.00
Volumen EVT	2,161.45	87.21
Volumen escurrimiento	296.37	11.96
Volumen infiltración	**20.56**	**0.83**

BH	**1.0**

Sin embargo, el periodo considerado para ejecutar el CUS es de 2 meses, por lo tanto, el volumen de infiltración TOTAL que se estaría perdiendo es de 38.87 m^3, resultado de la infiltración con remoción menos el valor de infiltración multiplicado por dos meses.

Cuadro VI.9. Comparativo escurrimiento/infiltración.

Infiltración	Volumen (m^3/año)	Volumen (m^3/mes)	Volumen a compensar (m^3)
Infiltración actual	253.79	21.15	42.30
Infiltración con remoción	20.56	1.71	3.43
Infiltración a compensar	-233.23	-19.44	**-38.87**

Captación de Agua *In-situ.*

La propia naturaleza del proyecto evita que se lleve a cabo una pérdida de infiltración *in-situ*, ya que como se mencionó anteriormente el objetivo es ejecutar el cambio de uso de suelo; la estructura del mismo dejara expuesta un área profunda cuya función indirecta será resguardar el agua producto de la precipitación.

La precipitación que alcanza la superficie del suelo expuesto se infiltrará, en el caso de que el grado o proporción de la caída de agua sea superior a la capacidad del mismo, el agua comenzará a acumularse en pequeñas depresiones, a este hecho se le conoce como retención superficial; parte de esta agua se evaporará a la atmosfera y el resto se infiltrará lentamente en el suelo. En el caso de que la precipitación acumulada no se evapore o se infiltre, se realizarán obras contra pendiente para facilitar la absorción de la misma en las periferias del AP lo que nos deriva que de la misma manera la infiltración *in-situ* se lleve a cabo y no salga de nuestra unidad de análisis.

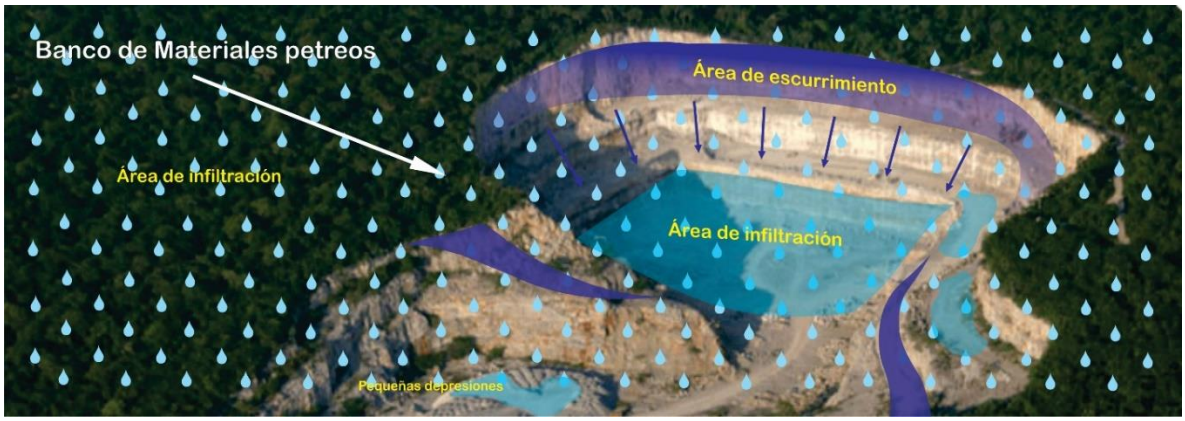


Imagen VI.2. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas.

Así mismo, se destaca que las condiciones físicas de las zonas, tipo de suelo, clima y precipitación contribuyen a la retención de la misma. El agua que se escurrirá no se perderá, debido a que ésta caerá en las áreas sin vegetación y se infiltrará en las zonas aledañas al proyecto.

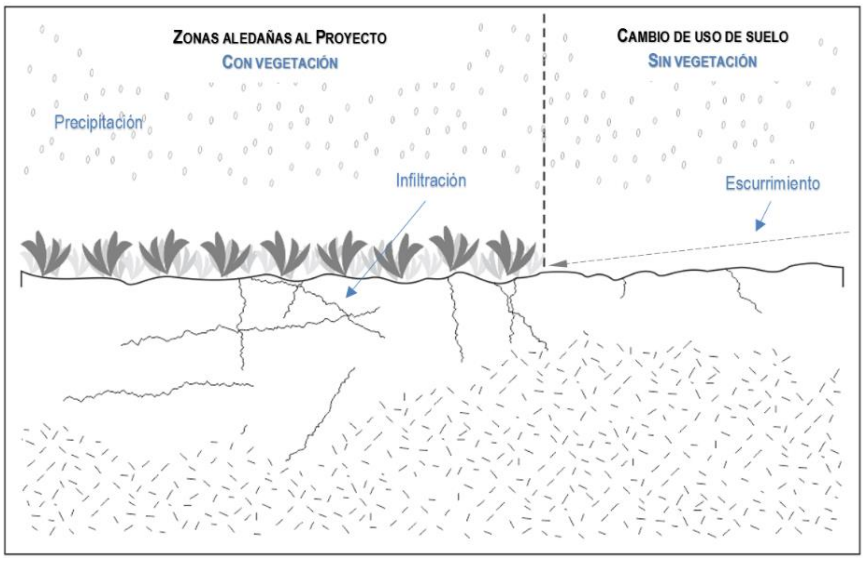


Imagen VI.3. Esquema de infiltración del agua

REFORESTACIÓN

Para el caso de la infiltración, se planea realizar una reforestación en las áreas verdes, con la finalidad de compensar dicha pérdida.

COSTOS:

Los costos estimados se mencionan en el **ANEXO 8.** PROG DE REFORESTACIÓN.

VI.1.4.2 AIRE.

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS Y PÉRDIDA DEL CONFORT SONORO

HORARIOS DE TRABAJO BAJO NORMATIVA (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 AP 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.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Con el establecimiento de los horarios fijos para los trabajadores, no existirá un exceso en la suspensión de partículas, además, se evitarán accidentes en el aspecto labora, que pudieran ser ocasionados por falta de descanso en los trabajadores.

MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO (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.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.

COSTOS

Los costos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo se presentan en el Cuadro VI.10.

Cuadro VI.10. Costos estimados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

MAQUINARIA Y EQUIPO	COSTO DE MANTENIMIENTO / MES ($)	CANTIDAD	MESES EN LOS QUE SE REQUIERE HACER LA ACTIVIDAD	TOTAL ($)
Retroexcavadora	$3,000.00	1	6	$18,000.00
Camión de volteo 7 m^3	$3,500.00	2	6	$42,000.00
Motosierra	$300.00	4	6	$7,200.00
TOTAL				**$67,200.00**

HUMEDECIMIENTO DE SUPERFICIES (PREVENCIÓN)

Debido al tipo de actividad principal a realizar, se prevé la generación de partículas suspendidas (polvo), mismas que tendrían un impacto directo a la atmosfera, por lo que se contempla el humedecimiento de aquellas zonas en donde exista la probabilidad de generación de dichas partículas de modo que *no se rebasen aquellos límites permisibles establecidos por las diversas normas legales aplicables*, esta actividad estará a cargo de la misma empresa promovente.

En la Imagen siguiente, se muestra un diagrama de lo que ocurrirá al realizar riegos a la zona del AP, pues el agua provocará una compactación temporal, lo que evitará la erosión del mismo.

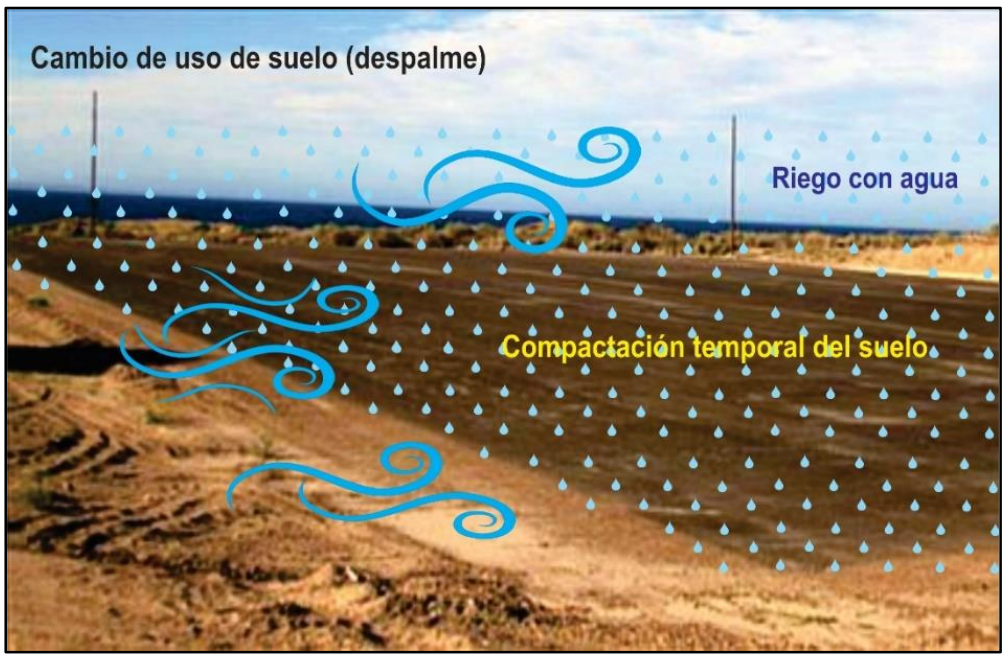


Imagen VI.4. Humedecimiento de las áreas

Para el caso de la implementación de la presente medida, se contempla, sea realizada principalmente en periodos de secas o donde exista una mayor generación de partículas suspendidas, por ende, en periodos de lluvias esta actividad no se llevará acabo.

PERSPECTIVA DE ÉXITO:

La ausencia de polvos suspendidos en el ambiente demostrará la eficacia de la medida aplicada. Ejemplos del éxito de dicha prueba son los riegos que se realizaron en el Proyecto Parque eólico PIER 220 del año 2018, como se observa en las imágenes.

Imagen VI.5. Parque eólico PIER 220 año 2018, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas.

Imagen VI.6. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas 2.

COSTOS

Los costos para el humedecimiento de las superficies se presentan en el Cuadro VI.11

Cuadro VI.11. Costos estimados para el humedecimiento de las superficies.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO / MES ($)
Riego en el área de cambio				
Riego con pipa de agua de 10,000 litros	Pipa	$2,000.00	3	$6,000.00
TOTAL				**$6,000.00**

Nota: Esta medida será cnsiderada únicamente si se realiza el CUS en periodos de sequía

CAPTURA DE CARBONO Y BIOMASA AÉREA (COMPENSACIÓN)

La generación de biomasa y pérdida de captura de carbono no es resaltada como tal dentro de los impactos identificados puesto que no es un impacto relativamente significativo por superficie comparada con el Sistema Ambiental, no obstante, al implementar una reforestación adicional se prevé lo siguiente:

Para conocer el contenido de carbono contenido en la vegetación presenten en el AP, se partió de la metodología propuesta en el documento: *"Consolidación de la Oficina Mexicana para la Mitigación de Gases de efecto Invernadero*[i]*"* escrito por Masera R. O; Jong B. & Ricalde I., 2000. En ésta, se parte de la ecuación:

$$C_V = C_{BA} + C_{BR}$$

Donde:

C_v= *Carbono contenido en la vegetación*
C_{BA}= *Carbono contenido en la Biomasa aérea*
C_{BR}= *Carbono contenido en la Biomasa de las raíces*

Carbono contenido en la biomasa aérea (CBA)

El contenido de carbono presente en la Biomasa aérea se obtiene con la siguiente ecuación:

$$C_{BA} = V * WD * BEF * CC$$

Donde:

C_{BA}= *Carbono contenido en la Biomasa aérea*
V = Volumen comercial (m^3*)*
WD = Densidad (ton/m^3*)*
BEF = Factor de expansión o Extensión de la Biomasa (FEB)
CC = Contenido de carbono

Sin embargo, debemos entender primero que es el FEB o BEF.

Factor de Expansión o Extensión de la Biomasa

El Factor de Expansión de la Biomasa (FEB o BEF por sus siglas en inglés) es un coeficiente que permite añadir a la biomasa de los fustes, obtenida a partir del volumen inventariado en campo, la biomasa correspondiente a las ramas y hojas. Es decir, los FEB expanden el peso seco del volumen calculado de existencias para incluir los componentes no maderables del árbol o el bosque.

Antes de aplicar dichos FEB, el volumen maderable (m^3) debe convertirse a peso seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad de la madera (D) en t/m^3. Los FEB no tienen dimensión (Russo O. R., 2009).

Por lo tanto, para conocer el valor del FEB o BEF se utiliza la siguiente ecuación:

$$FEB = [3.213 - 0.506\ Ln(BV)]$$ para BV mayor a 190 t/ha

Cuando el BV es menor o igual a 190 ton/ha, se utiliza una constante de 1.74

Dónde:

BV = es la biomasa del volumen en t/ha, calculada como el producto de V (m3/ha) yla densidad (t/m3).

Carbono contenido en la biomasa de las raíces (CBR)

Para conocer el contenido de carbono presente en la biomasa de las raíces se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_{BR} = C_{BA} * f$$

Dónde:

C_{BR}= Carbono contenido en la Biomasa de las raíces
C_{BA}= Carbono contenido en la Biomasa aérea
f = Factor de expansión de las raíces.

*El factor de raíces empleado es de 0.18

RESULTADOS

Carbono contenido en la biomasa aérea (CBA)

$$BV = \frac{Volumen\ (^{m^3}/_{ha})}{Densidad\ promedio\ (^{t}/_{m^3})}$$

$$BV = \frac{8.813\ ^{m^3}/_{ha}}{0.622\ ^{t}/_{m^3}} = 14.163 \text{ ton/ha}$$

Dado que el valor obtenido es menor a 190 ton/ha, el valor de BEF que se utilizará para calcular el Contenido de carbono en la biomasa aérea será la constante de 1.74

Por lo tanto, el carbono contenido en la vegetación del AP es igual a 6.731 toneladas, resultado de la suma del contenido de carbono en la biomasa aérea y el contenido de carbono en la biomasa de las raíces (Cuadro VI.12).

Cuadro VI.12. Carbono contenido en el AP.

Superficie	Especie	Nombre común	Volumen Total AP (m^3 V. T. A.)	Densidad básica (ton/m^3)	BEF	Factor raíces	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton/AP)	Contenido de carbono en las raíces (ton/AP)	Contenido de carbono total (ton/AP)
0.5109	*Acacia farnesiana*	Huizache	0.373	0.617	1.740	0.180	0.200	0.036	0.236
	Celtis pallida	Naranjillo	0.000	0.551	1.740	0.180	0.000	0.000	0.000
	Parkinsonia praecox	Palo verde	0.788	0.551	1.740	0.180	0.378	0.068	0.446
	Prosopis laevigata	Mezquite	7.653	0.770	1.740	0.180	5.127	0.923	6.049
TOTAL			**8.813**	**-**	**-**	**-**	**5.704**	**1.027**	**6.731**

Con la finalidad de compensar la cantidad de carbono que se emitirá a la atmósfera con la pérdida de la cobertura vegetal durante la etapa de desmonte, se propone como medida de compensación una reforestación con especies similares a las del AP, es decir, plantas nativas. La superficie propuesta para reforestar y para compensar los impactos es de 0.020553 hectáreas con una densidad de plantación de 2,350 individuos/ha., es decir, a un espaciamiento de 2 metros, utilizando el método de tres bolillo. Las especies y el número de plantas a considerar se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro VI.13. Número de individuos a reforestar.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR (ha)	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Yucca periculosa	Izote	0.020553	100	11
TOTAL		**0.020553**	**100**	**11**

VI.1.4.3 SUELO.

AUMENTO DE LA EROSIÓN

EVITAR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA DEL SUELO DESNUDO (PREVENCIÓN).

Para impedir la exposición prolongada del suelo desnudo (material orgánico) y que éste pierda calidad, se realizarán las actividades de cambio de uso de suelo apegadas a la calendarización propuesta.

A pesar de que no habrá una pérdida de suelo, se considera que algunas de las actividades de preparación de sitio (cambio de uso de suelo) como el desmonte, no permiten que el suelo se pierda, pues durante la remoción de vegetación, las materias primas se dejan sobre la superficie afectada realizando la función de una capa protectora contra el viento.

Imagen VI.7. Erosión eólica en el desmonte

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Para impedir la erosión del suelo por escurrimiento o por acción del viento, en la medida de lo posible se deberá reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme, o en su caso, respetar los tiempos establecidos por la calendarización presentada. Es así que posterior a la remoción de vegetación se comenzarán inmediatamente las actividades del proyecto consiguientes. Cabe aclarar que, de acuerdo a las observaciones realizadas en campo, **NO HAY MATERIAL ORGÁNICO PARA RESCATAR.**

REFORESTACIÓN (COMPENSACIÓN).

La remoción de la vegetación en el AP implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de las actividades de CUS, propiciando un suelo susceptible a este tipo de degradación. Sin embargo, debido a las condiciones de la superficie implicada a los procesos del proyecto y a las medidas contra impactos propuestas **la pérdida de suelo será compensada.**

Para corroborar lo anteriormente dicho, se realizó un ejercicio para proyectar el grado de erosión que se pudiera ocasionar, por lo que se determinó la erosión hídrica y eólica actual, así como la erosión potencial al remover la vegetación. A continuación, se presenta los valores obtenidos:

Cuadro VI.14. Datos de erosión en el área del proyecto.

Tipo de erosión	Erosión actual ton/año (0.5109 ha.)	Erosión con remoción ton/año (0.5109 ha)
Hídrica	0.37	1.49
Eólica	9.25	36.98

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se puede decir que la erosión potencialmente estimada es de 28.85 ton/año, resultado de la diferencia de la erosión hídrica y eólica sin vegetación menos la erosión actual.

Sin embargo, debido a que el plazo establecido para el cambio de uso de suelo es de únicamente dos meses, se realizó la estimación de la erosión hídrica y eólica potencial durante dicho periodo.

Cuadro VI.15. Erosión del área sujeta a evaluación.

Superficie de AP (ha.)	Erosión actual (ton/plazo)	Erosión con proyecto (ton/plazo)	Erosión potencial total (ton)
0.5109	1.60	6.41	4.81

De acuerdo a los datos anteriores, la erosión total estimada es de 28.85 toneladas anuales, sin embargo, el suelo estará desnudo únicamente por dos meses, lo que corresponde al plazo para el CUS, por lo que la EROSIÓN TOTAL POTENCIAL para el polígono es de 4.81 toneladas, resultado de la diferencia de la erosión con la remoción de la vegetación menos la actual (hídrica y eólica).

REFORESTACIÓN

Como medida de compensación se tiene un Programa de Reforestación, el cual contempla una reforestación en la superficie destinada para áreas verdes cuya superficie es igual a 0.020553 ha. y la cual fungirá para capturar y conservar suelo.

COSTOS:

Los costos estimados se mencionan en el **ANEXO 8.** PROG DE REFORESTACIÓN.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Aunque este impacto no es estimado dentro del análisis del capítulo V, ya que no se considera como un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro del proyecto, se proponen medidas preventivas, ya que su objetivo es prevenir afectaciones al ambiente a corto, mediano y largo plazo.

COLOCACIÓN DE CONTENEDORES PARA RESIDUOS SÓLIDOS (PREVENCIÓN)

Durante la vida útil del proyecto se prevé la generación de diversos residuos sólidos no peligrosos generados por los trabajadores (restos de comida, botellas, bolsas, papel, etc.) mismos que si no son atendidos generarían un daño al medio ambiente, por lo que para prevenir esto se contempla el establecimiento de contenedores debidamente identificados, asignados con etiquetas correspondientes al tipo de residuos que serán depositados en dichos recipientes, estos residuos generados serán puestos a disposición del servicio recolector de basura perteneciente a la comunidad más cercana. Dicha actividad se llevará a cabo 3 veces por semana o cuando se requiera.

PERSPECTIVA DE ÉXITO.

A partir de experiencias anteriores se demuestra la eficacia de la colocación de contenedores. La supervisión de esta medida aumenta en gran porcentaje su grado de éxito.

Imagen VI.8. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 1.

Imagen VI.9. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 2**.**

COSTOS:

La estimación de los costos para la colocación de contenedores para residuos sólidos se presenta en el Cuadro VI.16.

Cuadro VI.16. Costos estimados de los recorridos, recolección y colocación de los contenedores.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD ANUAL	COSTO TOTAL ($)
Recorridos				
Recorridos de inspección	Jornal	$100.00	24	$2,400.00
Subtotal		**$100.00**	**-**	**$2,400.00**
Recolección de residuos solidos				
Recolección de residuos sólidos no peligrosos	Kilogramos	$0.83	1,200	$996.00
Subtotal		**$0.83**	**-**	**$996.00**
Contenedores				
Contenedor residuos orgánicos	Pieza	$350.00	3	$1,050.00
Contenedor residuos inorgánicos (PET, vidrio, cartón)	Pieza	$350.00	3	$1,050.00
Subtotal		**$700.00**	**-**	**$2,100.00**
Total				**$5,496.00**

VI.1.4.4 FLORA.

PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL

RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA (MITIGACIÓN)

De acuerdo a la información recabada, se removerá la vegetación forestal existente en una superficie de **05109 hectáreas**, área solicitada para cambio de uso de suelo.

Para la flora que será el factor más afectado, se removerán 1,499 individuos del estrato arbóreo, 783 individuos del estrato arbustivo, 61,308 individuos del estrato herbáceo y 528 individuos del estrato de epífitas y/o cactáceas.

Se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de vegetación que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo. Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios.

Criterios para la calificación de individuos a rescatar y reubicar, así como triángulo de especies presentes en el área del proyecto (AP)

Algunos factores bióticos y abióticos influyen en la diversidad de plantas, como lo son el clima y muy especialmente el suelo (Alanis et al, 2015). La composición encontrada en las áreas del proyecto corresponde a la esperada para este tipo de vegetación (Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia), dada la presencia de las familias Malvaceae, Fabaceae entre otras tales como Cactaceae, Bromeliaceae, entre otras. La flora es un factor importante a considerar en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en este caso, se hace énfasis a aquellos ejemplares que son propensos a ser rescatados y reubicados, los cuales cumplen con ciertas características tales como que sean especies de fácil adaptabilidad, que presenten características morfológicas capaces de sufrir periodos largos de estrés tales como las cactáceas o epifitas y que su distribución u origen sea México o que tenga afinidad con Centroamérica, Norteamérica y Sudamérica.

En base a las características de las especies encontradas y a su frecuencia, se calificaron ciertos criterios para la determinación de especies a reubicar: mediante estos criterios se obtuvieron las especies a ser rescatadas, así como su número de individuos a reubicar, posteriormente se concluyó con un triángulo de especies en el que se presenta el resumen de los resultados obtenidos, en el que se muestra la clasificación de cada una de estas.

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar presentes en el AP

Cada uno de los criterios que a continuación se presentan, fueron elegidos para realizar la obtención de las especies propensas a ser rescatadas, reubicadas y para aquellas propensas para la reforestación. Se asignó un valor de acuerdo a la importancia y características de acuerdo a la clasificación de cada criterio, por lo que se tiene:

a) Una calificación entre 10 y 14 puntos, indica que la especie es propensa a ser rescatada y reubicada.

b) Un puntaje entre los 7 y 8, en el caso del estrato arbóreo indica que estas especies serán susceptibles para proponer en la reforestación ya que sus características no son óptimas para el rescate y no cumplen con las tres características óptimas para que la especie fuera reubicada.

c) Debido a sus características todo individuo con calificación igual o menor a 9 indica que no existe riesgo en comprometer la especie.

- **Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Con estatus (4): Las especies encontradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en sus diferentes categorías: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr) se reubicarán en un 100%.

Sin estatus (0): Especies sin categoría de riesgo.

- **Forma de vida**

Árbol (0): Planta perenne, alta con tallo lignificado, en el cual se ramifica arriba de la base, generalmente por arriba de los 3 m de altura (si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).

Renuevo (de las especies arbóreas) (3): Tallo que brota de un árbol o de una planta después de podados o cortados. Esta categoría aplica únicamente cuando se tienen registros de éstos individuos en el área de cambio.

Arbusto (1): Planta perenne con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de tres metros de altura (si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).

Hierba (2): Planta con tallos herbáceos (si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).

Plantas cactáceas, suculentas o epífitas (3): Las epífitas son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente y las suculentas son aquellas que han desarrollado tallos u hojas gruesas y carnosas para almacenar agua.

- **Especies propensas a ser reubicadas debido a su facilidad para la adaptabilidad**

Las especies susceptibles a ser reubicadas son aquellas que presentan mayor facilidad de adaptabilidad.

Adaptable (4): Especies que son capaces de sobrevivir por periodos prolongados de tiempo (1 mes) a procesos de estrés por falta de humedad y temperaturas extremas, después de haber sido extraídas del lugar donde han permanecido toda su vida. Ejemplos de dichas especies son las pertenecientes a la familia de las cactáceas.

Medianamente adaptable (2): Especies que son capaces de sobrevivir después de haberlas sacado de su lugar original, siempre y cuando se tengan los cuidados necesarios para su reubicación en un corto periodo de tiempo (2 semanas) después de su extracción. Se considera como ejemplo algunas especies de la familia Bromeliaceae como *Tillandsia caput-medusae*

No adaptable (0): Especies que no son capaces de sobrevivir después de haber sido retiradas de su lugar de origen, por ejemplo, plantas anuales como *Aristida adscensionis* L. y *Tridax coronopifolia* (Kunth) Hemsl.,

- **Distribución de las especies**

Endémica (4): Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.

Nativa (3): Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.

Las siguientes categorías se aplican únicamente a las especies que se han adaptado al territorio mexicano, y que, por ende, presentan una amplia distribución como los géneros *Eucalyptus* y *Schinus.*

Exótica (2): Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.

Invasora (1): Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.

Sin información aparente (0): No se cuenta con información aparente, de acuerdo a la búsqueda de bibliografía.

Cuadro VI.17. Criterios para la determinación de las especies a reubicar.

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar			
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Valor**
Estatus en la NOM-059	Con categoría de riesgo	Con estatus	4
	Sin categoría de riesgo	Sin estatus	0
Formas de vida	Planta perenne, alta con tallo lignificado, con ramificación arriba de la base, arriba de 3 m. de altura.	Árbol	0
	Tallo que brota de un árbol o de una planta después de podados o cortados.	Renuevo *Solo de las especies arbóreas/arbustivas que los presenten	3
	Planta perenne, con tallo lignificado, el cual se ramifica a partir desde la base, generalmente de 3 m. de altura.	Arbusto	2
	Planta de tallos herbáceos el tallo no se lignifica, de consistencia blanda en todos sus órganos.	Hierbas	1
	Plantas que tienen capacidad de almacenar agua en sus tallos y plantas que viven sobre otra sin parasitarla.	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	2
Adaptabilidad	Es una especie que por sus características presenta mayor facilidad de adaptación a la vida en climas secos y son tolerantes a la sequía además de que tiene bajos requerimientos de cuidado.	Adaptable	4
		Medianamente adaptable	2
		No adáptale	0
Distribución	Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones.	Endémica	4
		Nativa	3
		Exótica	2
		Invasora	1
		Sin información	0
	Clasificación	**Valor mínimo**	**Valor máximo**
	Especie no susceptible a reubicar	1	8
	Especie susceptible a reubicar	9	>9

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.18. Determinación de las especies a rescatar y reubicar

Criterios	Clasificación	Valor	Calificación											
			Árboles				Arbustos	Herbáceo			Epífitas y/o cactáceas			
			Celtis pallida	*Acacia farnesiana*	*Parkinsonia praecox*	*Prosopis laevigata*	*Viguiera dentata*	*Chenopodium fremontii*	*Euphorbia hyssopifolia*	*Enneapogon desvauxii*	*Tillandsia recurvata*	*Opuntia cochenillifera*	*Opuntia streptacantha*	*Opuntia tomentosa*
Presente en la NOM-059	Con estatus	4												
	Sin estatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formas de vida	Árbol	0												
	Renuevo *Solo de las especies arbóreas	3	3	3	3	3								
	Arbusto	2					2							
	Hierbas	1						1	1	1				
	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3									3	3	3	3
Adaptabilidad	Adaptable	4			4	4								
	Medianamente adaptable	2	2	2			2				2	2	2	2
	No adáptale	0						1	1	1				
Distribución	Endémica	4												
	Nativa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Exótica	2												
	Invasora	1												
	Sin información	0												
Total			**8**	**8**	**10**	**10**	**7**	**5**	**5**	**5**	**8**	**8**	**8**	**8**

Por lo tanto, se rescatarán las especies que tienen una puntuación igual o mayor a 10: *Parkinsonia praecox y Prosopis laevigata*

Imagen VI.10. Especies propuestas a rescatar y reubicar

Criterios utilizados para la determinación de los individuos de las especies a reubicar en el AP

A continuación, se describen los criterios utilizados para la determinación del **número de individuos** a reubicar y a rescatar, éstos cuentan con un porcentaje de acuerdo a las características individuales de la especie, por lo que en algunos casos existen porcentajes que son sumados o restados según sea el caso.

- **Especies con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Con estatus (Si cumple con este punto se propone una reubicación en 100% y se descartan los demás criterios): Las especies encontradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en sus diferentes categorías: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada(A) y sujeta a protección especial (Pr) se reubicarán en un 100%.

Sin estatus (Si cumple con este punto resta 10%): Especies sin categoría de riesgo

- **Presencia**

Muy abundante (Si cumple con este punto resta 30%): En este nivel se pueden observar aquellas especies con mayor abundancia dentro del área de AP, con un número de individuos mayor a 8,000.

Abundante (Si cumple con este punto resta 20%): En este nivel el número de individuos es mayor a 1,500 pero menor a 8,000 individuos por ha.

Poco abundante (Si cumple con este punto resta 10%): En este nivel se pueden observar aquellas especies con un número de individuos mayor a 200 y menor a 1,500.

Escasa (Si cumple con este punto se propone una reubicación en 100% y se descartan los demás criterios): En este nivel se pueden observar aquellas especies con un número de individuos menor a 200 y las cuales serán reubicados a un 100%.

- **Distribución de las especies**

Endémica (Si cumple con este punto suma 5%): Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.

Nativa (Si cumple con este punto suma 5%): Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.

Las siguientes categorías se aplican únicamente a las especies que se han adaptado al territorio mexicano, y que, por ende, presentan una amplia distribución como los géneros *Eucalyptus* y *Schinus.*

Exótica (Si cumple con este punto resta 10%): Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.

Invasora (Si cumple con este punto resta 10%): Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.

Sin información aparente (Si cumple con este punto resta 10%): No se cuenta con información aparente, de acuerdo a la búsqueda de bibliografía.

- **Uso y valor cultural**

Ornamental (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies de plantas utilizadas como adornos o atavíos que permiten decorar una cosa y hacerla más vistosa.

Comercial (Si cumple con este punto resta 10%): Se incluyen a las especies que tienen algún valor económico y que las personas utilizan para vender.

Alimento (Si cumple con este punto suma 10%): Aquellas especies que brindan partes de su estructura como alimento.

Medicinal (Si cumple con este punto suma 10%): Especies a las que se les conoce por sus características curativas.

Sin uso aparente (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies de las que se desconoce si cuentan con algún uso.

- **Extracción**

Fácil extracción (Si cumple con este punto suma 10%): Son aquellas especies que por sus características físicas son fáciles de extraer, ya que presentan una raíz capaz de extraerse en óptimas condiciones (completa).

Difícil extracción (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies que por sus características físicas se dificulta obtener un individuo completo sin lastimarlo.

- **Propagación**

Alta (Si cumple con este punto resta 15%): Son aquellas especies que presentan una alta probabilidad de extenderse y/o reproducirse de manera natural.

Media (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies que presentan una probabilidad media de extenderse y/o reproducirse de manera natural.

Bajo (Si cumple con este punto suma 10%): Son aquellas especies que por sus condiciones morfológicas presentan una baja probabilidad de extenderse y/o reproducirse de manera natural.

Cuadro VI.19. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar

Criterios utilizados para la determinación de los individuos de las especies a reubicar				
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Calificación**	**Observaciones**
				S/O
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	Especies consideradas dentro de alguna categoría de riesgo a nivel mundial	En estatus	Rescate y reubicación en un 100%	S/O
		Sin estatus	-15%	S/O
Presencia	Cantidad de individuos encontrados dentro del área propuesta para cambio de uso de suelo	Muy abundante	-27%	> a 26 individuos
		Abundante	-24%	> a 16 y < de 25 individuos
		Poca abundancia	-20%	> a 6 y < a 15
		Escasa	Rescate y reubicación en un 100%	<5
Distribución de las especies	Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones.	Endémica	(+)7%	S/O
		Nativa	(+7)%	S/O
		Exótica	-10%	S/O
		Invasora	-10%	S/O
		Sin información aparente	-10%	S/O
Uso y valor cultural	Plantas que ofrecen servicios	Ornamental	-10%	S/O
		Comercial	-10%	S/O
		Alimento	(+)10%	S/O
		Medicinal	(+)10%	S/O

Criterios utilizados para la determinación de los individuos de las especies a reubicar				
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Calificación**	**Observaciones**
		Sin uso aparente	-20%	S/O
Extracción	Es una especie que es fácil de ser retirada de su hábitat natural.	Fácil	(+)10	S/O
		Difícil	-15	S/O
Propagación	Grado de facilidad con en el que las especies de manera natural se reproducen o extienden en el hábitat	Alto	-20	S/O
		Media	-10	S/O
		Bajo	(+)10	S/O

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.20. Criterios para la determinación del número de individuos por especies a reubicar

Criterios	**Clasificación**	*Parkinsonia praecox*	*Prosopis laevigata*
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	En estatus		
	Sin estatus	85	85
Presencia	Muy abundante		58
	Abundante	61	
	Poca abundancia		
	Sin criterios para evaluar		
Distribución	Endémica		
	Nativa	68	65
	Exótica		
	Invasora		
	Sin información		
Uso y valor cultural	Ornamental		
	Comercial		
	Alimento		
	Medicinal		
	Sin uso aparente	48	45
Extracción	Facil		
	Dificil	33	30
Propagación	Alto	**13**	
	Media		**20**
	Bajo		
Total de individuos		17	153
Porcentaje de rescate		13%	20%
Total de individuos a rescatar		**2**	**30**

Se reubicarán 32 individuos pertenecientes al estrato de árboles.

A continuación, se presenta el triángulo de especies para el AP.

Figura VI.1. Triángulo de especies presentes para el Bosque de mezquite en el AP.

Las especies que se encuentran en la base del triángulo, son aquellas que no presentaron características óptimas para el rescate y reubicación de ejemplares así como para la reforestación, de manera que conforme el triángulo se va cerrando las especies se vas clasificando hasta llegar a la cúspide que corresponde a las especies con presencia en la NOM-059-SEMARNAT 2010 (que para el presente estudio no se hallaron), dicha clasificación se obtuvo de los resultados anteriormente mencionados y dependerá totalmente de las característica particulares de cada especie y del número de individuos de cada una.

Áreas destinadas a la reubicación

La reubicación de las especies se realizará en las áreas destinadas como “áreas verdes”, dentro del proyecto.

Características de la vegetación por remover

Existen muchos argumentos que justifican la conservación de la vida silvestre, como son el papel de las plantas y los animales dentro del ambiente en cuanto a la regulación y equilibrio de los ecosistemas; su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad; el papel que desempeñan en la cultura o simplemente considerar el derecho a existir que tiene cualquier especie (CONABIO; 2000; Flor y Lucas, 1998; Levins 1996).

Específicamente para el presente estudio, se establecen estrategias para conservar la vegetación aún existente en el área del proyecto, aplicando técnicas para favorecer el rescate y reubicación de las familias Cactaceae y Bromeliaceae y reubicarlas en el área establecida.

A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante la toma de información.

Cuadro VI.21. Especies propuestas para su rescate y reubicación.

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N	% RESCATE	TOTAL DE INDIVIDUOS
ESTRATO ARBÓREO							
1	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	17	**35%**	2
2	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	153	**20%**	30
TOTAL					**170**		**32**

Se menciona que **NO** se encontraron especies con estatus de protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, **si se llegase a encontrar alguna durante las actividades de cambio no se descartará el rescate y reubicación de dichos individuos**.

PERSPECTIVA DE ÉXITO.

Al rescatar a las especies presentes dentro de la superficie del proyecto se asegura la continuidad de los organismos en el ecosistema. Además, el correcto rescate, reubicación y mantenimiento de los ejemplares extraídos nos deberá asegurar como mínimo la sobrevivencia del 80% de los mismos.

Ejemplos de éxito de la correcta aplicación de esta medida son el rescate y reubicación de especies del proyecto CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TIPO A2 CUAPIAXTLA-CUACNOPALAN DEL KM 26+000 AL KM 63+663 (PRIMERA ETAPA).

Imagen VI.11. CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TIPO A2 CUAPIAXTLA-CUACNOPALAN DEL KM 26+000 AL KM 63+663, rescate de flora silvestre (1).

Imagen VI.12. CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TIPO A2 CUAPIAXTLA-CUACNOPALAN DEL KM 26+000 AL KM 63+663, rescate de flora silvestre (2).

COSTOS

Para estimar los costos horarios (**DOF: 31/07/2014)**, se considera una jornada laboral de 8 horas, 6 días a la semana, 4 semanas al mes y cuatro meses al año, necesarios para desarrollar las actividades. Los gastos estimados se presentan en el Cuadro VI.22.

Cuadro VI.22. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora.

COSTO RESCATE Y REUBICACIÓN DE EJEMPLARES				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Subtotal**
Carretilla	Pieza	1	$1,000.00	$1,000.00
Tinta indeleble	Pieza	1	$500.00	$500.00
Costales	Pieza	1	$10.00	$10.00
Palas	Pieza	2	$60.00	$120.00
Picos	Pieza	1	$120.00	$120.00
Pinzas	Pieza	1	$60.00	$60.00
Jornales	Personal	2	$200.00	$400.00
Cicatrizante, fertilizante foliar.	Kg	1	$250.00	$250.00
Equipo de seguridad (Googles, botas, chaleco, casco, guantes de carnaza, polainas)	Equipos	2	$1,070.00	$2,140.00
Asistencia Técnica	Personal	1	$12,000.00	$12,000.00
TOTAL				**$16,600.00**

Mantenimiento de flora rescatada

El mantenimiento se lleva a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número posible de ejemplares. Las actividades a realizar pueden incluir riego, deshierbe, fertilización y eliminación de pudriciones. En casos extremos, como con la detección de pudriciones avanzadas, la planta puede ser extraída y tratada hasta su recuperación.

Esta actividad se realizará durante el rescate de flora y en los 3 años posteriores al CUS.

Imagen VI.13. Ejemplo de las actividades post-reubicación.

COSTOS

Los costos estimados para el mantenimiento de la flora recatada se presentan en el Cuadro VI.23.

Cuadro VI.23. Costos estimados del mantenimiento de la flora rescatada.

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)	AÑOS	COSTO TOTAL ($)
Deshierbe manual	Hectárea	$2,023.24	0.020553	$36.82	3	$110.47
Asistencia Técnica	Hectárea	$1,613.76	0.020553	$29.37	3	$88.11
TOTAL				**$66.19**	**-**	**$198.58**

REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS (COMPENSACIÓN)

Se realizará una compensación de 0.020553 ha. Se considerará un espaciamiento promedio de 2 x 2 m, es decir, a una densidad promedio de 2,350 plantas/ha. Las especies como el número de individuos propuestos para llevar a cabo la reforestación, se presentan en el Cuadro VI.24 y en el **ANEXO 8. PROG. REFORESTACIÓN.**

Cuadro VI.24. Especies propuestas para reforestar.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR (ha)	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Yucca periculosa	Izote	0.020553	100	11
TOTAL		**0.020553**	**100**	**11**

UBICACIÓN:

La reforestación, como se ha mencionado a lo largo del presente, se llevará a cabo en el sitio designado para **áreas verdes**, dentro de la superficie de AP.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Como ejemplo de éxito, la empresa Calidra de Oriente S.A. de C.V. y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) cuentan con un convenio para la reforestación, conservación y mantenimiento de 500 hectáreas de terreno deforestadas. El objetivo principal de dicho convenio es conjuntar recursos financieros y operativos de ambas partes para incentivar la creación y el fortalecimiento de mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes con el fin de reforestar las áreas indicadas en tres ejidos cercanos a la empresa.

Imagen VI.14. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (1).

Imagen VI.15. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán (2).

COSTOS

Los costos establecidos para la reforestación se presentan en el Cuadro VI.25.

Cuadro VI.25. Costos estimados de la reforestación.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Compra de planta				
Compra de planta	Planta	$23.00	11	$253.00
Sub-Total				**$253.00**
Actividades en campo				
Fletes	Viaje	$1,500.00	1	$1,500.00
Carga y descarga	Jornales	$200.00	1	$200.00
Trazo de la plantación	Jornales	$200.00	1	$200.00
Distribución de la planta	Jornales	$200.00	1	$200.00
Apertura de cepas	Jornales	$200.00	1	$200.00
Plantación	Jornales	$200.00	1	$200.00
Sub-Total				**$2,500.00**
Obras complementarias				
Limpia de malezas (3 años)	Ha.	$1,000.00	0.020553	$54.60
Mantenimiento (3 años)	Ha.	$3,000.00	0.020553	$163.80
Delimitación de las áreas de trabajo	km	$1,160.00	0.30	$348.00
Asesoría técnica	Mes	$10,000.00	2	$20,000.00
Sub-Total				**$20,566.40**
COSTO HA				**$2,209,857.14**
COSTO TOTAL				**$40,219.40**

VI.1.4.5 FAUNA.

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE (PREVENCIÓN)

La fauna tiene menores consecuencias por el cambio de uso de suelo, debido a su gran movilidad, sin embargo, el grupo más susceptible será la herpetofauna. Durante los transectos recorridos por todas las áreas de cambio de uso de suelo, se reporta lo siguiente:

- Reptiles – 2 especies con 8 individuos.
- Aves – 11 especies con 32 individuos.
- Mamíferos – 3 especies con 5 individuos.

El proyecto cuenta con un Programa de Ahuyentamiento de Fauna cuyo objetivo es prevenir los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna en donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos vertebrados, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (troncos huecos, principalmente).

Previo a las actividades de cambio de uso de suelo, se realizarán las medidas de prevención, que, como primer paso, consistirán en realizar el ahuyentamiento de la fauna, esto es, generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente, un desplazamiento de los animales que se encuentren en la zona a intervenir. El segundo paso es el rescate; en éste, se capturarán los organismos

que no puedan migrar por el ahuyentamiento o que tengan un lento desplazamiento. El tercer paso, muy ligado al segundo, es la reubicación de los organismos capturados en un lugar seguro para ellos.

Con lo anterior, se establecerá un mecanismo que disipe a las especies presentes en el área del proyecto, de modo que no se vean afectadas por la ejecución del mismo.

- **SE REALIZARÁ EL RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE (PREVENCIÓN).**

En el caso de las especies animales de lento desplazamiento, éstas serán capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación. Dentro de la fauna encontrada en el AP, ninguna presenta categoría de riesgo, sin embargo, en el programa anexo a este documento no se hace distinción del rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La captura, traslado y reubicación de las especies, se realizará tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar al máximo la manipulación y en caso de que sea indispensable, reducir al máximo el tiempo de manejo.
- Mantener en todo momento a los organismos dentro de sus contenedores, los cuales no deberán ser expuestos directamente al sol, lluvia o condiciones extremas de frío.
- Se deberán acondicionar los contenedores con agua y vegetación con el fin de conservar la humedad para aquellos que lo requieran.
- En la medida de lo posible, se deberá tener un contenedor por cada individuo, y nunca mezclarán individuos de diferentes especies.
- Realizar las liberaciones de los individuos el mismo día de su captura, o a más tardar al día siguiente. Los horarios para llevar a cabo estas actividades deberán coincidir con los horarios de actividad propios de cada especie.
- Los recorridos a las áreas de liberación deberán ser breves, o en caso contrario se deberá verificar el estado de los individuos, asegurándose de que se encuentran en buenas condiciones para ser liberados; en caso contrario, los individuos se mantendrán en cuarentena, en contenedores especialmente acondicionados para el tipo de organismo en cuestión, asegurándose que cuente con agua y alimento, así como con las condiciones específicas de humedad y temperatura. Si los casos son más graves, se trasladará a los animales a UMA'S o zoológicos.

En el programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre, el primero comprende la utilización de diferentes metodologías y técnicas que incluyen estímulos visuales (siluetas y globos), estímulos auditivos (reproducción de sonidos que alerten el peligro), estímulos mecánicos (movimiento de la vegetación arbórea y arbustiva) y estímulos químicos (hormonas de animales depredadores).

El ahuyentamiento de fauna silvestre se realizará principalmente mediante recorridos en la superficie total del área del proyecto; éstos se realizarán previamente al inicio de la etapa de desmonte y despalme.

Las acciones de ahuyentamiento y seguimiento de los individuos, se iniciarán desde la zona centro del área de influencia hacia la periferia. Eventualmente se extenderán más allá de los límites del área de influencia directa del proyecto para asegurar desplazamientos poblacionales hacia sectores sin intervención antrópica.

La metodología para el ahuyentamiento de las especies y en caso de que alguna especie sea rescatada, así como la calendarización de cómo se llevara a cabo esta actividad, se explica más a detalle en el anexo del programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (**ANEXO 10.** PROG. RESCATE FAUNA).

A continuación, se mencionan los costos del material necesario para poder llevar a cabo el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre en el AP.

Cuadro VI.26. Cotización de material de gasto único.

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($)	SUBTOTAL ($)
Material de apoyo	Gancho herpetológico	Pieza	2	1,200.00	2,400.00
	Guantes de carnaza	Pieza	2	80.00	160.00
	Bolsas de manta	Pieza	5	100.00	500.00
	Tupper	Pieza	2	320.00	640.00
	Trampas Sherman	Pieza	5	1,000	5,000.00
	Trampas Tomahawk	Pieza	3	900	2,700.00
	Megáfono	Pieza	1	250.00	250.00
	GPS	Pieza	1	4,500.00	4,500.00
	Vernier	Pieza	2	350.00	700.00
	Cámara fotográfica	Pieza	1	5,000.00	5,000.00
	Otros (guías de identificación, bitácora, cinta)	Pieza	1	700.00	700.00
Equipo de seguridad	Chaleco	Pieza	2	200.00	400.00
	Lentes	Pieza	2	100.00	200.00
	Polainas	Pieza	2	400.00	800.00
	Casco	Pieza	2	215.00	430.00
	Botiquín	Pieza	1	100.00	100.00
TOTAL					**$24,480.00**

Cuadro VI.27. Cotización de personal y activos de gasto constante.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($)	SUBTOTAL MENSUAL ($)
Especialistas	Profesional	1	10,000.00 (mensual)	10,000.00
Auxiliares	Jornalero	1	200.00 (diario)	4,000.00
TOTAL (COSTO MENSUAL)				**$14,000.00**

El "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre" contempla un gasto único aproximado al inicio del proyecto de $24,480.00 (veinticuatro mil cuatrocientos ochenta pesos 00/100 M.N.) donde se contempla material de apoyo y equipo de seguridad que serán a largo plazo. Por otro lado, la cotización aproximada por mes de los gastos constantes se estima en $14,000.00 (catorce mil pesos 00/100 M. N.) donde se incluyen los honorarios del especialista, así como de su ayudante, además del uso del vehículo a utilizar. El monto total del "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna" por toda la duración de cambio de uso de suelo es de $ 52,480.00 (Cincuenta y dos mil, cuatrocientos ochenta pesos 00/100 M.N.). Aquí es importante mencionar que dicho costo incluye el ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que se utilizaría al mismo personal y al mismo material para dicha actividad.

VI.1.4.6 PAISAJE.

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

PLÁTICAS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL (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.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

La realización de las pláticas permitirá al personal comprender el cuidado del medio ambiente.

Imagen VI.16. Ejemplo de pláticas de concientización ambiental.

COSTOS.

Los costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental se muestran en el Cuadro VI.28.

Cuadro VI.28. Costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Platica de concientización ambiental	Supervisor ambiental	$100.00	48	$4,800.00
TOTAL				**$4,800.00**

COLOCACIÓN DE CARTELES PREVENTIVOS (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.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

El éxito se reflejará en la colocación de los carteles preventivos.

Imagen VI.17. Ejemplo de la colocación de carteles preventivos.

COSTOS

Los costos estimados para la colocación de carteles preventivos se muestran en el Cuadro VI.29

Cuadro VI.29. Costos estimados para la colocación de carteles preventivos.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Cartel preventivo (lona)	Metro cuadrado	$100.00	4	$400.00
TOTAL				**$400.00**

LIMPIEZA Y RETIRO DE LA MAQUINARIA (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.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

El éxito se reflejará en la ausencia de maquinaria y la ausencia de residuos.

Imagen VI.18. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, limpieza del área 1.

COSTOS

Los costos estimados para la limpieza y el retiro de la maquinaria se muestran en el Cuadro VI.30.

Cuadro VI.30. Costos para la limpieza y el retiro de la maquinaria.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Materiales*				
Bolsas para basura	Caja	$50.00	1	$50.00
Sub-Total				**$50.00**
Limpieza y retiro de la maquinaria				
Retiro de maquinaria	Jornal	$220.00	1	$220.00
Limpieza del sitio	Jornal	$220.00	2	$440.00
SUB-TOTAL				**$660.00**
TOTAL				**$710.00**

* Costo único de adquisición de material

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

Uno de los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) 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.

VI.2.1 INTRODUCCIÓN

Las acciones que en su conjunto se denominan "medidas de mitigación o manejo", 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 la misma.
- ✓ 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.

VI.2.2 OBJETIVOS.

VI.2.2.1 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 el sistema ambiental.

VI.2.2.2 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.

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas contra impactos, quedará a responsabilidad de la empresa promovente, quien las ejecutará en conjunto con personal propio o mediante asistencia técnica. Por su parte, la 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.

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA 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 (MIA-P) y el resto de condiciones ambientales recogidas en la resolución de autorización.
- 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 de que se acota correctamente en espacio el ámbito de proyecto, fuera del cual no deben ejecutarse.

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS.

Otro de los objetivos del PVA, 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 Vigilancia Ambiental (PVA) basado en los impactos ambientales detectados por el desarrollo de las diferentes actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto.

Cuadro VI.31. Programa de vigilancia ambiental.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	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 en el presente proyecto.	Establecer límites de trabajo y afectación	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Equipo para realizar la limitación	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En el perímetro del área del proyecto 300 m
			M2	Colocación de sanitarios	Prevención	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de 1 sanitario que se colocará dentro del área de AP, 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 y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	No aplica	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas	1 sanitario
	Aire	Suspensión de partículas	M3	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	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 AP 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	Bitácoras de los jornales trabajados	Se trabajaran 8 horas diarias.
			M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, evitando así la generación innecesaria de partículas.	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 orgánico	El costo establecido para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.
			M5	Humedecimiento de superficies	Prevención	Durante las actividades de trabajo se humedecerán los caminos donde exista polvo, con el objetivo de evitar la dispersión de partículas. Cabe destacar que esta medida solo será implementada en temporada de sequía.	Evitar la generación de partículas suspendidas que dañen la calidad del aire.	Número de pipas para riego o en su caso litros de agua	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Pipas de agua para riego y 1 operador	Bitácora del registro de las pipas de agua utilizadas y memoria fotográfica	Humedecimiento paulatino conforme el área del proyecto lo requiera.
		Contaminación acústica ambiental	M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Establecer los niveles de ruido aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto y operadores.	Durante el transporte de material orgánico	El costo establecido para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
			M3	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de 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.	Reducir al máximo las emisiones sonoras	Maquinaria con silenciadores	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental, operadores de camión	Durante el transporte de material orgánico	Camiones y maquinaria con silenciador incluido	Bitácora de camiones utilizados y memoria fotográfica	Todos los camiones y maquinaria.
	Suelo	Aumento de la erosión	M6	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme.	Realizar el desmonte y despalme en el menor tiempo posible	No exceder el tiempo estimado para la realización de las actividades	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Programación de la actividad	Registro de los jornales para el desmonte y despalme y memoria fotográfica	Durante la duración de las actividades
		Contaminación del suelo>	M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención	El cambio de uso de suelo se realizará de manera paulatina en un periodo de 1 año, sin embargo, no se considera que dicho proceso sea una acción en la cual se generen cantidades considerables de residuos y que éstos provoquen contaminación. Aun así, en caso de que se lleguen a generar, deberán contenerse y disponerse al municipio.	Evitar la contaminación del suelo y el desagrado visual	Extensión de superficie limpia	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Trabajadores y recursos necesarios para su mantenimiento	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas.	Vigilancia continua y recolección de residuos

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M8	Rescate y reubicación de flora	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo, contempla la implementación de un "Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre" (ANEXO 9. PROG. RESCATE_FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Conservar la diversidad presente en la zona de estudio	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de rescate de flora será de $16,600.00	Bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados	32 individuos a rescatar
			M9	Reforestación con especies nativas	Compensación	Se propone la realización de una reforestación dentro del Área del Proyecto, en la zona determinada como "áreas verdes" por lo que dicho ecosistema pretende compensar la remoción de vegetación con el establecimiento de flora nativa. (ANEXO 8. PROG. REFORESTACIÓN)	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	El costo para el programa de reforestación y su mantenimiento será de $40,219.40	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	11 individuos en una superficie de 0.020553 ha.
	Fauna	Modificación del hábitat	M10	Ahuyentamiento de fauna silvestre	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 del mismo.	Evitar el daño a la fauna presente en el área del proyecto	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Supervisor ambiental y trabajadores	Tendrá una duración de 1 año y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	1 Técnico especialista en rescate de fauna y trabajadores	Bitácora de registro de los ejemplares ahuyentados y encontrados	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
			M10	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un "Programa de Ahuyentamiento de Fauna", cuyo objetivo es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna donde se desarrollará el mismo, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y troncos huecos, principalmente) y especies protegidas (en caso de encontrarse) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo que se propone es un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 10. PROG. RESCATE_FAUNA).	Conservar la diversidad faunística presente en la región	Ahuyentar todos los ejemplares avistados y número de ejemplares reubicados	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental y trabajadores.	Tendrá una duración de 1 año y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de ahuyentamiento de fauna será de $52,480.00	Bitácora del avistamiento de especies de fauna ahuyentadas y bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados, y material fotográfico	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	META	INDICADOR	ENCARGADO	DURACIÓN	RECURSOS NECESARIOS	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M12	Pláticas de concientización ambiental	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.	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 los 12 meses del proyecto	Se estima un costo de $4,800.00	Bitácora de cumplimiento, registro del personal que asistió a la plática y memoria fotográfica	1 vez a la semana, durante los 2 meses de CUS
			M13	Colocación de carteles preventivos	Prevención	No se permitirá molestar o atrapar ejemplares de fauna silvestre por los trabajadores y/o personas desconocidas. 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 los 12 meses del proyecto	Se estima un costo de $400.00	Bitácora de cumplimiento y memoria fotográfica de la colocación de los carteles	4 carteles en toda el área de 0.5109 ha.
			M14	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 operador de camiones	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	1 operador y 2 trabajadores	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En la superficie total del área del proyecto, 0.5109 ha.
			M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Prevención	Previo al inicio de actividades se realizará el marqueo de las áreas en donde se llevarán a cabo las diversas actividades contempladas, evitando la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto.	Establecer límites de trabajo y afectación	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Equipo para realizar la limitación	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En el perímetro del área del proyecto 300 m
			M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención	Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área y den un aspecto desagradable, se realizará la supervisión constante de las zonas de trabajo y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto, así mismo, en caso de que se lleguen a generar residuos se deberán disponer en los almacenes correspondientes.	Evitar la contaminación del suelo y el desagrado visual	Extensión de superficie limpia	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Trabajadores y recursos necesarios para su mantenimiento	Registro de mantenimiento y memorias fotográficas.	Vigilancia continua y recolección de residuos
			M9	Reforestación con especies nativas	Compensación	Se propone el mantenimiento de la reforestación adicional, por lo que dicho ecosistema pretende compensar la remoción de vegetación con el establecimiento de flora nativa.	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares por reposición	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto	Se estima un costo de $20,566.40 por las actividades de reposición y mantenimiento	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	5 años de mantenimiento

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS.

El plazo solicitado para llevar a cabo el proyecto es de 2 meses para la ejecución del cambio de uso de suelo de manera paulatina. Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ocasionados por la implementación del mismo, se proponen acciones específicas para los componentes (agua, suelo, aire, flora, fauna y paisaje) algunas de estas medidas se realizarán durante el plazo solicitado del cambio de uso, sin embargo se proponen 5 años posteriores al proyecto para el mantenimiento de las medidas de compensación que corresponden a las actividades de rescate de flora, monitoreo de fauna silvestre, mantenimiento de la reforestación.

Las actividades del cambio de uso de suelo (señalización, delimitación del área), desmonte, extracción de materias primas provenientes del desmonte y despalme) se desarrollará de manera paulatina durante el primer año a partir de la autorización emitida por la SEMARNAT.

En el Cuadro VI.32 se presenta el cronograma general de las actividades y medidas previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo.

Cuadro VI.32. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos.

MEDIDA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	ETAPA DE CAMBIO DE USO DE SUELO		CONSTRUCCIÓN				MANTENIMIENTO				
	MES						AÑO				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Delimitación de las áreas de trabajo	X										
Platicas de concientización ambiental	X	X									
Rescate de flora silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X									
Ahuyentamiento de fauna silvestre	X	X									
Rescate de fauna silvestre con o sin categoría (NOM-059)	X	X									
Colocación de carteles preventivos	X										
Colocación de contenedores de residuos	X										
Colocación de sanitarios portátiles	X										
Reforestación con especies nativas	X	X									
MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS											
Seguimiento de las especies rescatadas (flora)			X	X	X	X	X	X	X		
Monitoreo de las especies de fauna silvestre			X	X	X	X	X	X	X		
Mantenimiento de la reforestación			X	X	X	X	X	X	X	X	X

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

El procedimiento para el monitoreo de las medidas de mitigación a ejecutar, se llevará a cabo por un asesor técnico (director de obra), quien será el responsable de corroborar la correcta implementación de las medidas de manejo propuestas y de acuerdo a una 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 a la calendarización establecida anteriormente.

Cuadro VI.33. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas.

MEDIO	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	MEDIDA	INDICADORES	MEDIDA ADICIONAL
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades
			Colocación de sanitarios	Número de sanitarios y registro de limpieza	Se propone la vigilancia constante de las actividades
	Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Horas de trabajo	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario establecido

MEDIO	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	MEDIDA	INDICADORES	MEDIDA ADICIONAL
			Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificará constantemente el estado físico y funcional de la maquinaria
			Humedecimiento de superficies	Número de pipas para riego o en su caso litros de agua	Riego en las superficies aledañas al cambio cuando exista acumulación de partículas.
		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
			Horarios de trabajo bajo normativa	Maquinaria con silenciadores	Vigilar que no se realicen actividades durante la noche
	Suelo	Aumento de la erosión	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	No exceder el tiempo estimado para la realización de las actividades	Respetar los tiempos establecidos para la preparación del sitio evitando tiempos muertos
		Contaminación del suelo>	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Extensión de superficie limpia	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	Rescate y reubicación de flora	Número de ejemplares rescatados y reubicados	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos rescatados y plantados, por lo que se le dará seguimiento con los programas correspondientes
			Reforestación con especies nativas	Superficie y número de ejemplares plantados	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento a las medidas emergentes si es requerido.
	Fauna	Modificación del hábitat	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Especies encontradas durante el ahuyentamiento	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto
			Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Ahuyentar todos los ejemplares avistados y número de ejemplares reubicados	Ahuyentamiento preventivo durante todo el proceso del proyecto y el rescate de los mismos
Perceptual	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

MEDIO	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	MEDIDA	INDICADORES	MEDIDA ADICIONAL
			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 supervisara el retiro de la maquinaria de las áreas de trabajo
			Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Perímetro de la superficie sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades
			Colocación de contenedores para residuos sólidos	Extensión de superficie limpia	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos
			Reforestación con especies nativas	Superficie y número de ejemplares por reposición	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos, por lo que se le dará seguimiento a las medidas emergentes si es requerido.

* Este impacto no es identificado dentro del Cap. V, puesto que no es un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro de proyecto, no obstante se proponen medidas preventivas

VI.3.1 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.
- Medición de densidad poblacional y su variación con el tiempo (rescate y reubicación).
- Mediciones comparativas.
- Inspección visual de procesos erosivos.

Selección de variables a medir para el programa de rescate y reubicación de flora y su seguimiento:

- Sobrevivencia
- Vigor
- Crecimiento en altura
- Crecimiento en diámetro
- Análisis comparativo durante los años de eje

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Tomando en cuenta que la implementación de la reforestación beneficiará la dinámica y funcionalidad del ecosistema, se realizará una evaluación de sobrevivencia de la misma por año, por lo menos durante un periodo de tres años, el cual se tiene planteado en el cronograma de actividades del programa, esto para garantizar el establecimiento de la vegetación. Mediante el análisis de la información (bitácoras, fotografías, etc.) se permitirá evaluar la efectividad, estado y progreso de las actividades realizadas o si es necesaria la aplicación de otra estrategia o planeación de actividades.

VI.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 **MI BODEGA AURRERA TEHUACÁN LIBRAMIENTO**, se desarrolla sobre el tipo de vegetación de Bosque de mezquite (común en la región y descrito detalladamente en el capítulo IV de este documento), en donde habitan individuos de flora y fauna; por lo que a continuación se presenta el monto de la garantía que se soporta en los estudios técnico-económicos que respaldan las estrategias de control, mitigación y compensación ambiental establecidas para el proyecto. Las medidas de anteriores incluyen diferentes actividades previas, durante y posteriores a la ejecución del proyecto, considerando las diferentes medidas de mitigación y las actividades, el costo total de la inversión estimada es de [redacted]. En el siguiente cuadro se presenta el costo de la inversión total del proyecto.

Cuadro VI.34. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas.

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
[redacted]	

VI.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Brüel&Kjær A/S. Ruido ambiental, (2000) Sound & Vibration Measurement, San Sebastián de los Reyes Madrid, España. 69 p.

2. 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.
3. Conesa Fdez,-Vitora Vicente. (2010), Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental, 4. edición, Madrid, Barcelona, 853 p.
4. 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.
5. 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.
6. Cruzado M. A., Valdez A. B., Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas, InstitutoNacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F. 142p.
7. 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.
8. Flor, A. y P. Lucas. 1998. Conservar a Flora de Portugal. AssociaVão Nacional de conservaVo da natureza Quercus y Cidadae de Leiria., Cãmara Municipal. Portugal.
9. Gestión de la calidad del aire del estado de puebla 2012-2020, Primera edición 2012, Dirección de Calidad del Aire y Cambio Climático, Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial, Puebla, 226 p.
10. Levin, S.A. 1996. Biodiversity: Interfacing populations and ecosystems. Pp. 277-288, en: Biodiversity: an ecological perpective. Springer. Nueva York
11. Masera R. O., Jong B., Ricalde I. (2000). Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Estudio elaborado para el Instituto Nacional de Ecología. Archivo PDF.
12. NOM-080-SEMARNAT-1994, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 13 de enero de 1995.
13. NOM-044-SEMARNAT-2006, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 26 de abril de 2006.
14. NOM-025-SSA1-2014, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 20 de agosto de 2014.
15. SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección ambientalespecies nativas de México de flora y fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002, Segunda Sección. México
16. VIASON SC, (2015), Reporte de monitoreo de gases de combustión en maquinaria pesada, Luis Donaldo Colosio, Sonora, 21 P.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE GENERAL

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS....3
VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO....3
VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN. 11
VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN. 14
VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL....17
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS....19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis....3
Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis....3
Cuadro VII.3. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis....4
Cuadro VII.4. Riqueza florística en las tres unidades de análisis....4
Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto....5
Cuadro VII.6. Diversidad faunística en las tres unidades de análisis....5
Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto....5
Cuadro VII.8. Listado general de las especies de avifauna....6
Cuadro VII.9. Especies y abundancias de avifauna registradas en las unidades de análisis....6
Cuadro VII.10. Listado general de las especies de herpetofauna....7
Cuadro VII.11. Especies y abundancias de herpetofauna registradas en las unidades ambientales....8
Cuadro VII.12. Listado general de las especies de mastofauna....8
Cuadro VII.13. Especies y abundancias de mastofauna registradas en las unidades de análisis....9
Cuadro VII.14. Resultados del Diagnóstico ambiental....9
Cuadro VII.15. Impactos identificados....11
Cuadro VII.16. Factores afectados de acuerdo a las actividades cambio de uso de suelo....13
Cuadro VII.17. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto....13
Cuadro VII.18. Comparativo de la erosión sin y con proyecto....14
Cuadro VII.19. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar....14
Cuadro VII.20. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos....16
Cuadro VII.21. Porcentaje de individuos a reforestar por especie....16
Cuadro VII.22. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2016 en el sistema ambiental....17
Cuadro VII.23. Consideraciones para determinar la realización del proyecto....19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011....10
Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2022....10
Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis....18
Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie VI en las tres unidades de análisis....18

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo.....11

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Considerando la detallada descripción ecológica de las tres unidades de análisis (Sistema Ambiental, Área de Influencia 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. Cabe hacer mención que únicamente se mostrarán los aspectos que nos permitan evaluar la diferencia entre los escenarios.

A continuación, se describen los tres posibles escenarios futuros de la zona bajo estudio: escenario sin proyecto, escenario con proyecto sin aplicar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación y el escenario con proyecto aplicando las medidas correspondientes.

VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO.

Para este escenario se tomará como referencia la información presentada en el capítulo IV, con la finalidad de tener un panorama de la situación actual de las tres unidades de análisis y así determinar la tendencia que estos tendrían si no se ejecutara el proyecto.

A continuación, se muestra la situación actual de algunos factores.

EROSIÓN

La erosión no es un proceso en sí mismo, sino la manifestación de una multitud de procesos que dan lugar a la pérdida del recurso suelo. Sin embargo, el hombre mediante ciertas actividades, tiende a acelerar dicho proceso, hasta el punto en que las pérdidas no pueden ser compensadas por las tasas naturales de formación del suelo.

Los resultados de la estimación de la erosión actual en el Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto, se presentan en los cuadros siguientes:

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión hídrica(ton/ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	3.68	Ligera
Área de influencia (AI)	5.84	Ligera
Área del proyecto actual (AP)	0.73	Ligera

Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis.

Unidad de análisis	Erosión eólica (ton/ha/año)	Clase de degradación
Sistema ambiental (SA)	56.97	Moderada
Área de influencia (AP)	103.41	Alta
Área del proyecto actual (AP)	18.10	Ligera

En relación a los datos mostrados podemos concluir que la erosión de menor impacto es la hídrica considerándose como ligera, mientras que la erosión de mayor impacto dentro de las tres unidades de análisis es ocasionada por el viento (erosión eólica), considerando que son vientos de una velocidad de entre 130 a 160 km, considerando de igual manera indicar que las condiciones de las áreas pasan la mayor parte de tiempo secas.

BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico da como resultado la cantidad de agua disponible, luego de restar lo referente a la intercepción, evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y la recarga subterránea.

Cuadro VII.3. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis.

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
SISTEMA AMBIENTAL (m³/año)		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	36,682,132.69	100.00
Volumen EVT	31,991,288.01	87.21
Volumen escurrimiento	4,386,473.88	11.96
Volumen infiltración	304,370.79	0.83
ÁREA DE INFLUENCIA (m³/año)		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	32,011.75	100.00
Volumen EVT	27,918.14	87.21
Volumen escurrimiento	3,827.99	11.96
Volumen infiltración	265.62	0.83
ÁREA DEL PROYECTO (m³/año)		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	2,478.38	100.00
Volumen EVT	2,161.45	87.21
Volumen escurrimiento	63.14	2.55
Volumen infiltración	253.79	10.24

Por lo tanto, podemos observar que del 100% de la lluvia precipitada, solo el 0.83% es absorbido por el suelo, esto para el SA y AI, mientras que para el AP el 10.24% de lluvia se infiltra, esto nos indica que como consecuencia dentro de las unidades de análisis la erosión ocasionada por el viento (erosión eólica) es la de mayor impacto, debido a los tiempos de sequía prolongados.

BIODIVERSIDAD

Otro factor importante para conocer el estado de conservación de las tres unidades de análisis es la biodiversidad de flora y fauna, la cual es indicadora del estado de conservación de un sitio.

Flora

De acuerdo con el muestreo realizado para la flora en las tres unidades de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro VII.4. Riqueza florística en las tres unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área del proyecto (AP)	Arbóreo	2	4	4
	Arbustivo	1	1	1
	Herbáceo	3	3	3
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**8**	**10**	**12**
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área de influencia (AI)	Arbóreo	2	4	4
	Arbustivo	1	2	2
	Herbáceo	5	5	5
	Epifitas y cactáceas	2	2	4
TOTAL		**10**	**13**	**15**
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Sistema ambiental	Arbóreo	6	9	10

RIQUEZA ESPECÍFICA				
(SA)				
	Arbustivo	4	6	6
	Herbáceo	2	3	3
	Epifitas y cactáceas	3	7	9
TOTAL		**15**	**25**	**28**

Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto.

ESTRATO	N° INDIVIDUOS TOTAL
Arbóreo	1,499
Arbustivo	783
Herbáceo	61,308
Epífitas y/o cactáceas	528
Total	**64,118**

Fauna

Dado que el grupo de los vertebrados, son de los ejemplares más fáciles de muestrear por su tamaño, hábitos ecológicos y tomando en cuenta su susceptibilidad a que la perturbación genere cambios en sus estructuras comunitarias se propuso el muestreo de tres ensambles ecológicos, los cuales corresponden a la avifauna, herpetofauna y mastofauna.

Los datos obtenidos en el muestreo para la fauna silvestre en las tres unidades de análisis son los siguientes:

Cuadro VII.6. Diversidad faunística en las tres unidades de análisis.

AVIFAUNA			
RIQUEZA	**AP**	**AI**	**SA**
Especies	11	6	20
Géneros	11	6	19
Familias	8	4	13
MASTOFAUNA			
RIQUEZA	**AP**	**AI**	**SA**
Especies	3	2	6
Géneros	3	2	5
Familia	3	2	5
HERPETOFAUNA			
RIQUEZA	**AP**	**AI**	**SA**
Especies	2	2	8
Géneros	2	2	4
Familias	2	2	2

Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto.

Grupo	N° de registros
Avifauna	32
Mastofauna	5
Herpetofauna	8
Total	**53**

- **AVIFAUNA**

Listado de avifauna y alguno de sus atributos; estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y en su caso, si en la poblaciones adyacentes tienen algún uso (comestible, ornamental, etc.).

Cuadro VII.8. Listado general de las especies de avifauna.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Campylorhynchus jocosus	Matraca del balsas	SC
Columbina inca	Tortolita cola larga	SC
Coragyps atratus	Zopilote común	SC
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	SC
Elanus leucurus	Milano cola blanca	SC
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	SC
Hylocharis leucotis	Zafiro oreja blanca	SC
Melanerpes hypopolius	Carpintero del balsas	SC
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	SC
Myiozetetes similis	Luisito común	SC
Oriturus superciliosus	Zacatonero serrano	SC
Passer domesticus	Gorrión doméstico	SC
Peucaea mystacalis	Zacatonero embridado	SC
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	SC
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	SC
Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	SC
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	SC
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	SC
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	SC
Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	SC
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	SC
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	SC

De acuerdo a lo consultado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies listadas se encuentra dentro de ella. Por otro lado, al ser una zona urbanizada los habitantes aledaños no suelen hacer uso de alguna categoría etnobiológica. A continuación, se enlistan las especies de avifauna con sus abundancias, registradas en las unidades de análisis.

Cuadro VII.9. Especies y abundancias de avifauna registradas en las unidades de análisis.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	N° de registros		
					AP	AI	SA
1	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del balsas	SC	**1**	0	**2**
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	**8**	**11**	**10**
3	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	0	0	**2**
4	Trcohilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	SC	0	0	**1**
5	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	SC	0	0	**2**
6	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	**5**	**4**	**6**
7	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	**1**	0	**2**
8	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del balsas	SC	**1**	0	**3**
9	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	SC	**1**	0	**1**
10	Tyranidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	SC	0	0	**2**
11	Emberizidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	SC	0	0	**5**
12	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	**4**	**5**	**5**
13	Passerelidae	*Peucaea mystacalis*	Zacatonero embridado	SC	0	0	**4**
14	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	**2**	0	**5**

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	N° de registros		
					AP	AI	SA
15	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	SC	0	**4**	0
16	Trcohilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	SC	0	0	**2**
17	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	SC	**3**	**3**	0
18	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	0	0	**1**
19	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	SC	**1**	0	**2**
20	Tyranidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	SC	0	0	**2**
21	Tyranidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	SC	0	0	**1**
22	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	**5**	**6**	**5**
Total de especies					**11**	**6**	**20**
Total de individuos					**32**	**33**	**63**

Al comparar el número de especies encontradas en cada sitio de estudio con sus abundancias, encontramos que el área del proyecto y el área de influencia respecto al sistema ambiental presentaron una riqueza baja pero, abundancias superiores, este fenómeno se ha documentado en diversos estudios; como en Schondube *et al*. (2010); que al comparar la riqueza y abundancias de aves a nivel de puntos de muestreo entre zonas urbanas y hábitats con baja intensidad de perturbación humana (Asentamientos humanos, Cultivos, Pastizales, Matorrales, Plantaciones, Bosques nativos); se encontró que las zonas urbanas presentaron una riqueza 60% menor a la de los bosques; mientras que sus abundancias fueron hasta tres veces mayores. Se han reportado resultados similares para ciudades ubicadas en diferentes latitudes y hábitats (matorral desértico, bosques de coníferas, pastizales, bosques de Eucalyptus, bosques lluviosos subtropicales y templados, matorrales costeros, y bosques de encino); (Schondube et al. 2018).

En razón de lo anterior, lo que se observa en la estructura avifaunística del área del proyecto, es un desequilibrio ecológico producto de la perturbación provocada por la antropización. Se genera un proceso de sucesión ecológica, asentándose especies tolerantes a la perturbación, y desplazando a las menos tolerantes a sitios más conservados.

- **HERPETOFAUNA**

Listado de la herpetofauna y alguno de sus atributos; estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y en su caso, si en la poblaciones adyacentes tienen algún uso etnobiológico (comestible, ornamental, etc.).

Cuadro VII.10. Listado general de las especies de herpetofauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT
1	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**
2	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	A
4	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**
7	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC
8	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	SC

De las 8 especies registradas en total, cuatro se encuentran listadas en alguna categoría de acuerdo a la la NOM-059-SEMARNAT-2010; la primera pertenece a la especie *Aspidoscelis parvisocius* y *Sceloporus grammicus* en categoría de Protección especial (Pr), y a *Phrynosoma orbiculare* y *Phrynosoma Taurus* en

la categoría de Amenazada (A); sin embargo, tres de ellas no fueron registradas en el área del proyecto y de influencia, por lo que el proyecto no compromete su subsistencia. Ninguna de las especies tiene algún uso etnobiológico, dado que los pueblos aledaños se encuentran urbanizados.

Cuadro VII.11. Especies y abundancias de herpetofauna registradas en las unidades ambientales.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	N° de registros		
					AP	AI	SA
1	Teiidae	*Aspidoscelis parvisocius*	Huico pigmeo de Tehuacán	**Pr**	**6**	**4**	**5**
2	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	SC	0	0	**4**
3	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camanleón llora sangre	A	0	0	**2**
4	Phrynosomatidae	*Phrynosoma taurus*	Camanleón toro	**A**	0	0	**3**
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus gadoviae*	Lagartija espinosa del Alto Balsas	SC	0	0	**6**
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	**Pr**	0	0	**4**
7	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC	**2**	**3**	3
8	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	SC	0	0	**2**
				Total de especies	**2**	**2**	**8**
				Total de individuos	**8**	**7**	**29**

La diversidad de herpetofauna en el área del proyecto es escasa así como, en el área de influencia, Cuando el área de proyecto en un tiempo determinado no se encontraba aislado por barreras físicas (antropogénicas); la diversidad herpetofaunística pudo ser alta, sin embargo al generarse un efecto aislante en el área esta diversidad comenzó a descender, impidiendo la entrada de nuevos individuos, así como su salida, aunado a ello la poca movilidad de los ejemplares de la Familia Phrynosomatidae por su ecología térmica (poiquiloterma). Tomando en cuenta la existencia de estas especies, pueden ser reubicadas en áreas más favorables para su desarrollo, y generar diversidad genética que pueda posibilitar la supervivencia de su descendencia.

Las especies presentes en el área de proyecto se encuentran registradas en el área de influencia. Las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo se registraron en el sistema ambiental por lo que, el desarrollo del proyecto no compromete su supervivencia y conservación.

A continuación se enlista las especies de mastofauna registradas en el área del proyecto, así como en el área de influencia; sus abundancia, estado de conservación y en su caso, si en la poblaciones adyacentes tienen algún uso etnobiológico (comestible, ornamental, etc.).

☆ MASTOFAUNA

Listado de la mastofauna y alguno de sus atributos; estado de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y en su caso, si en la poblaciones adyacentes tienen algún uso etnobiológico (comestible, ornamental, etc.).

Cuadro VII.12. Listado general de las especies de mastofauna.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT	CITES
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	SC
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	SC
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	SC
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	SC

Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	SC

De acuerdo a lo consultado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies listadas se encuentra dentro de la norma. Por otro lado, al ser una zona urbanizada los habitantes aledaños no suelen hacer uso de alguna categoría etnobiológica.

Cuadro VII.13. Especies y abundancias de mastofauna registradas en las unidades de análisis.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Registros		
					AP	AI	SA
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	SC	SC	0	0	3
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	SC	SC	1	0	1
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	SC	SC	1	1	3
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo serrano	SC	SC	3	0	6
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	SC	0	2	7
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	SC	0	0	1

Ecológicamente el área de proyecto, así como el área circundante se encuentra aislada, inmersa en una urbe en desarrollo, estas barreras físicas generadas por el hombre fragmentan el paisaje y limitan la continuidad de varios procesos biológicos, entre ellos la diversidad genética. Grupos biológicos como las aves tienen una ventaja para su desplazamiento, situación que en el caso de la herpetofauna y mastofauna resulta complicado.

Tomando a consideración otros aspectos del apartado IV.3.1.5 se hace un diagnóstico ambiental, en el que se muestra la mayoría de los elementos analizados (atmósfera, suelo, agua, flora-fauna y socioeconómico). En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a alta, siendo el factor atmósfera el que presentan la categoría de media, flora y fauna y socioeconómicos presenta categorías consideradas como moderadamente altas.

Cuadro VII.14. Resultados del Diagnóstico ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	74	Moderadamente Alta
Agua	61	Moderadamente Alta
Flora y fauna	68	Moderadamente alta
Socioeconómico	66	Moderadamente alta

Nota: Este resultado fue retomado del apartado IV.3.1.5 correspondiente al Capítulo IV.

Sin embargo, de no llevarse a cabo el proyecto no se garantiza que el sistema ambiental permanezca intacto, ya que de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2008 SEMARNAT, se menciona que uno de los principales factores relacionados con el cambio de uso del suelo es el crecimiento de la población, el cual ocasiona una demanda cada vez mayor de recursos para satisfacerla y como consecuencia, las superficies ocupadas por las comunidades naturales son sustituidas por terrenos dedicados al cultivo, a la ganadería o para asentamientos humanos.

En las siguientes imágenes se puede apreciar cómo dentro del sistema ambiental los principales cambios de uso de suelo se deben a actividades encaminadas a la urbanización de la zona.

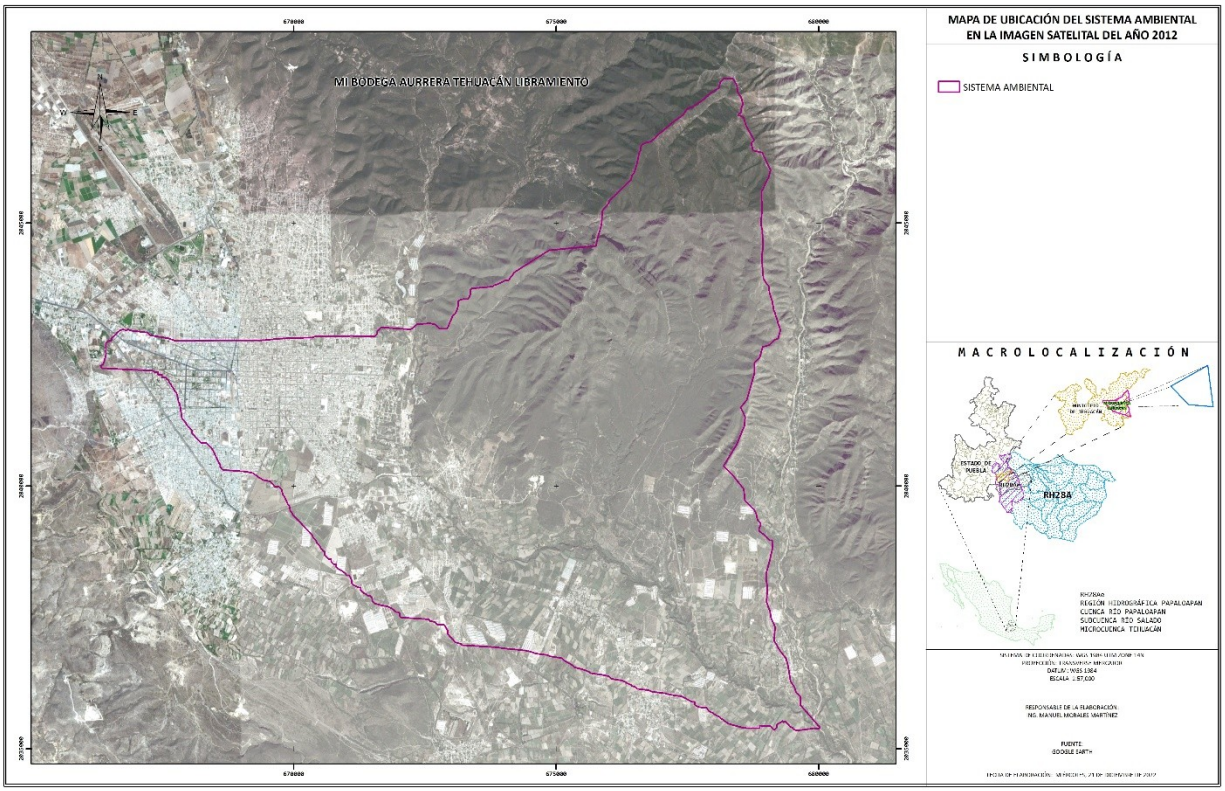


Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011.

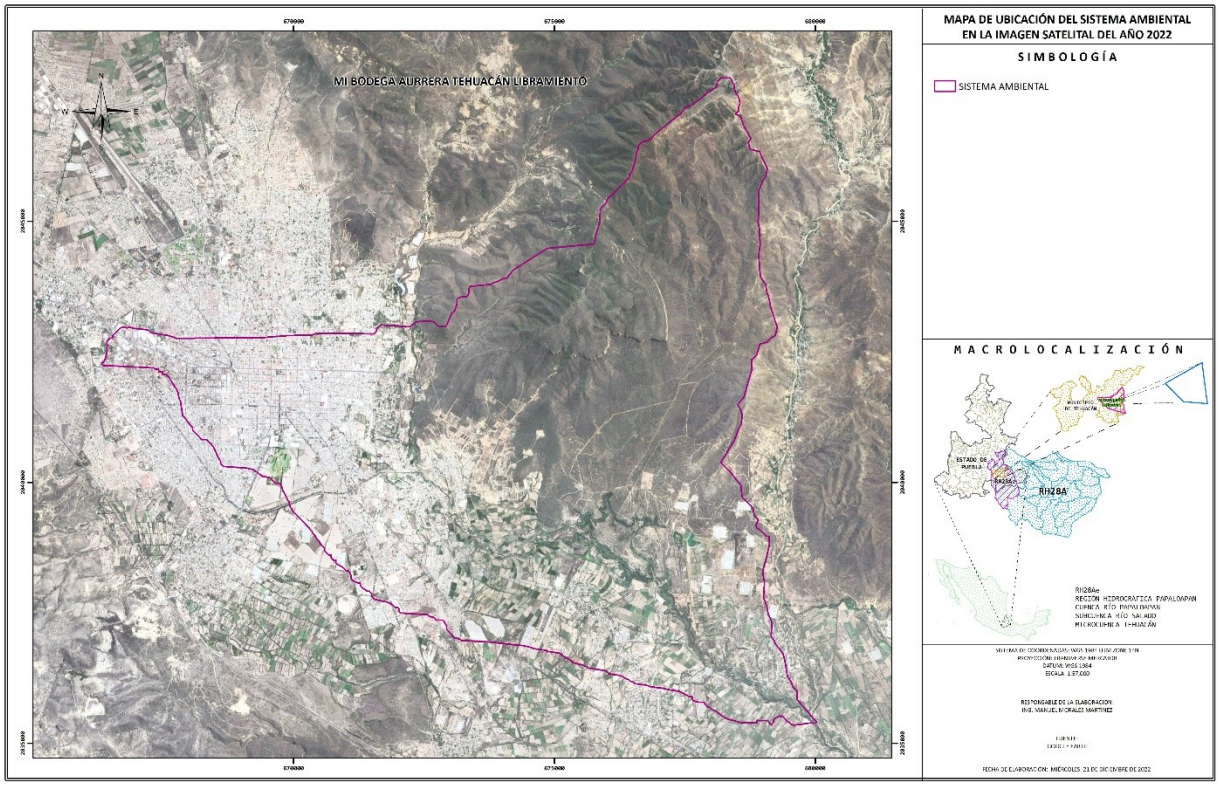


Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2022.

En la imagen siguiente, se muestra el Área del proyecto a través de los últimos 10 años.

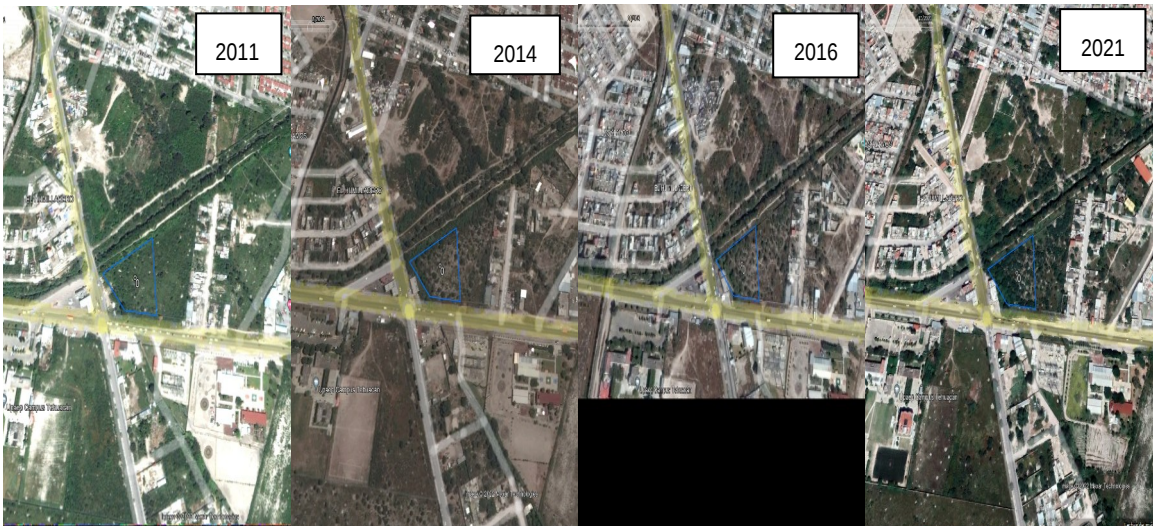


Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo.

Se puede observar que en el transcurso de esos 10 años, no se han presentado grandes cambios, a pesar de ser una zona considerada como urbana, por lo que, de no ejecutar el proyecto, el SA, AI y el AP seguirían la misma tendencia que hasta ahora, presentando ligeras variaciones en cuanto a la vegetación, ya sea por las actividades antropogénicas o por afectaciones meteorológicas, modificando de cierta forma su estado original y generando impactos sobre el medio ambiente.

VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN.

Las consecuencias ambientales de la remoción y degradación de la cubierta vegetal se advierten claramente: van desde el deterioro mismo del paisaje, hasta la degradación de los suelos y de su función productiva, la pérdida de la biodiversidad, la reducción de la disponibilidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas y la escasez y baja producción de muchos productos que se derivan directa o indirectamente de los recursos naturales que proveen los ecosistemas. De igual modo, la vulnerabilidad de muchas regiones ante eventos meteorológicos extremos, como por ejemplo, inundaciones y huracanes, se debe en parte, al deterioro y pérdida de los ecosistemas naturales.

Partiendo de este hecho, pero también de que el cambio de uso del suelo en ocasiones es necesario, como el caso del presente proyecto; tomando como base la tendencia que se presume seguirá el Sistema ambiental, mencionado en el apartado anterior, más la sobreposición de los impactos ambientales relevantes que generará la remoción de cobertura vegetal, se crea el presente escenario:

Retomando los impactos identificados en el capítulo V, se puede tener una mejor idea de los efectos ocasionados por la construcción del proyecto.

Cuadro VII.15. Impactos identificados.

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Valor de juicio
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración	Compatibles
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	Compatibles
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	Compatibles
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	Compatibles
			Pérdida de material orgánico	**Moderados**

Medio	Factor	Subfactor	Indicador de impacto	Valor de juicio
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	**Moderados**
		Cobertura vegetal		
		Abundancia		
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	Compatibles
		Abundancia		Compatibles
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	Compatibles
		Calidad del paisaje		Compatibles

Debido a que la mayor afectación se llevará durante todas las actividades de cambio de uso de suelo, en el siguiente cuadro se muestra en que actividad se ve afectado cada factor.

Cuadro VII.16. Factores afectados de acuerdo a las actividades cambio de uso de suelo.

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	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Cambio de uso de suelo	Delimitación del área del proyecto				*									*
	Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Extracción de materias primas provenientes del desmonte	*	*	*	*							*	*	*
	Despalme	*	*	*	*							*	*	*
	Transporte de material orgánico	*	*	*	*							*		*

Dado que la afectación del sistema ambiental se determina en relación de si se construye el proyecto o no, las afectaciones únicamente se mostrarán a nivel del área del proyecto, ya que éste se encuentra dentro del sistema ambiental.

Impactos al agua

Tomando los valores de la infiltración actual en las tres unidades de análisis, se hace el análisis de afectación que surgirá al construir el proyecto.

Cuadro VII.17. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto.

Balance hídrico	Sistema ambiental	Área de influencia	Área del proyecto actual	Área del proyecto con remoción	Diferencias
Volumen precipitado (m^3/año)	36,682,132.69	32,011.75	2,478.38	2,478.38	0.00
Volumen EVT(m^3/año)	31,991,288.01	27,918.14	2,161.45	2,161.45	0.00
Volumen escurrimiento (m^3/año)	4,386,473.88	3,827.99	63.14	296.37	-233.23
Volumen infiltración	**304,370.79**	**265.62**	**253.79**	**20.56**	**233.23**

De lo anterior podemos decir que con la construcción del proyecto hay una reducción en la infiltración de 233.23 m^3/año, que corresponde al 0.00063% de la total del sistema ambiental. Es importante mencionar que esta reducción se suma al escurrimiento.

Impactos al suelo

Cuadro VII.18. Comparativo de la erosión sin y con proyecto.

Tipo de erosión	Erosión actual por año (0.5109 ha) ton/año	Erosión sin vegetación (0.5109 ha) ton/año	Diferencia
Hídrica	0.37	1.49	1.12
Eólica	9.25	36.98	27.73

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se tiene que con la construcción del proyecto la erosión hídrica aumentará 1.12 ton/año, mientras que la erosión eólica aumentará 27.73 ton/año.

Biodiversidad

Para el caso de la biodiversidad, la afectación sobre las diferentes especies de flora y fauna será total, es decir, no quedará ningún individuo dentro del área del proyecto.

Ante esto, podemos concluir que a pesar de que la mayoría de los impactos se muestran como compatibles (Cuadro VII.15) calificándolos como **no significativos** (información presentada en el capítulo V); al no llevarse a cabo ninguna medida, esos impactos permanecerán, pero además se sumarán a los presentes y a los futuros que surjan dentro y fuera del sistema ambiental creando alteraciones significativas al medio ambiente y provocado una calidad de vida baja.

VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN.

En relación a los diferentes impactos que se generarán por la elaboración del proyecto, y principalmente por el cambio de uso de suelo, se crea el escenario con proyecto, pero aplicando las medidas preventivas, mitigatorias y de compensación.

De acuerdo con las medidas determinadas en el capítulo VI, se prevé que estas son suficientes para revertir o compensar los impactos ambientales generados.

Cuadro VII.19. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar.

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Prevención
			M2	Colocación de sanitarios	Prevención
	Aire	Suspensión de partículas	M3	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
			M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			M5	Humedecimiento de superficies	Prevención
		Contaminación acústica ambiental	M4	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			M3	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
	Suelo	Aumento de la erosión	M6	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención
		Contaminación del suelo>	M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención

MEDIO	FACTOR	IMPACTO	MEDIDAS		TIPO DE MEDIDA
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M8	Rescate y reubicación de flora	Prevención
			M9	Reforestación con especies nativas	Compensación
	Fauna	Modificación del hábitat	M10	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención
			M10	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Prevención
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M12	Pláticas de concientización ambiental	Prevención
			M13	Colocación de carteles preventivos	Prevención
			M14	Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación
			M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Prevención
			M7	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención
			M9	Reforestación con especies nativas	Compensación

La implementación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, son la clave para determinar en qué cantidad estamos reduciendo los impactos, además hacen que el proyecto a parte de cumplir con su objetivo, también genere beneficios permanentes al medio ambiente. A continuación, se menciona la prevención, mitigación y/o compensación de impactos que se pudieran generar por la construcción del proyecto.

- **Agua**

Para reducir la infiltración se proponen 2 medidas de prevención y una de mitigación. Las medidas de prevención incluyen la delimitación de las áreas (restringir las actividades sólo al AP) y la utilización de los sanitarios existentes, mientras que la de compensación se centra en el establecimiento de una reforestación en las áreas verdes del proyecto.

- **Aire**

Para reducir la suspensión de partículas, se proponen medidas de prevención como el establecimiento de horarios de trabajo fijos permitidos por la normatividad vigente, de modo que esto evite largas jornadas laborales que provoquen la generación e incremento de partículas suspendidas, también se humedecerán las superficies en donde exista polvo para evitar la dispersión de partículas, realizando los riegos solamente en épocas de secas. De la misma forma, se realizará el chequeo y mantenimiento de la maquinaria a emplear y se cubrirán con una capa de riego los camiones que transporten el material orgánico, por último la superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento. Además estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza.

Para la pérdida se confort sonoro tenemos lo siguiente: las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.

- **Suelo**

Para prevenir el aumento de la erosión hídrica y eólica se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme, evitando así la exposición prolongada de la capa orgánica, también se establece como medida de compensación la ejecución de un programa de reforestación en una superficie de 0.020553.

Para evitar que los diversos residuos generados contaminen el área, se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos y se le dará mantenimiento en cada intervención de la ejecución del proyecto.

Biodiversidad

Flora

Para atenuar la pérdida de cobertura vegetal se propone como medida de mitigación la ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre, con el propósito de proteger y conservar especies de flora nativa que especialmente se encuentran dentro del área de afectación. Indicar que la reforestación se realizara y establecerá dentro de la superficie considerada como áreas verdes del proyecto, con especies representativas tal como se mencionan en los siguientes cuadros.

Cuadro VII.20. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos.

ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N	% RESCATE	TOTAL DE INDIVIDUOS
1	Fabaceae	*Parkinsonia*	*Parkinsonia praecox*	Palo verde	17	**35%**	2
2	Fabaceae	*Prosopis*	*Prosopis laevigata*	Mezquite	153	**20%**	30
TOTAL					**170**		**32**

Con el rescate de flora se estarán conservando las especies existentes en el área del proyecto que tienen una importancia ecológica alta.

Cuadro VII.21. Porcentaje de individuos a reforestar por especie.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR (ha)	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Yucca periculosa	Izote	0.020553	100	11
TOTAL		**0.020553**	**100**	**11**

Fauna

La fauna tiene menores consecuencias por la ejecución del proyecto, debido a su gran movilidad, a excepción de los reptiles; sin embrago, las medidas de prevención consisten en realizar recorridos para el ahuyentamiento de fauna silvestre, aún más en el caso de especies animales de lento desplazamiento éstas deberán ser capturadas mediante trampas, para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares. Para ello se propone un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre con y sin estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Paisaje

Para evitar la modificación del paisaje se proponen 4 medidas de prevención las cuales consisten en la delimitación de las áreas para así solo restringir las actividades en áreas autorizadas y no dañar las aledañas, la impartición de pláticas de concientización ambiental al personal que labore en el proyecto, la instalación de carteles preventivos en donde se especifique la importancia del cuidado del medio ambiente y la colocar contenedores para los residuos sólidos. Por el lado de la medida de mitigación esta dice que se tendrá atención a la limpieza y retiro de la maquinaria y como medida de compensación, se realizará una reforestación con especies nativas que permita regresar el paisaje a un estado similar.

Como conclusión, se puede decir que estas medidas ayudan a garantizar que desde el inicio del proyecto se minimicen o eviten impactos que a largo plazo sean irreparables; además, algunos impactos serán temporales, es decir, permanecerán durante el tiempo que contempla el proyecto, mientras que los beneficios a obtener de las medidas de mitigación serán permanentes, haciendo que el escenario ambiental del proyecto tenga una aceptación, y que el medio ambiente no se vea afectado por las actividades a realizar. Es importante mencionar que estas medidas influyen directamente en el sistema ambiental por lo que los beneficios no quedan estancados en el área del proyecto si no que van más allá de este.

VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL

Haciendo un análisis para determinar en qué proporción se verá afectado el Sistema ambiental por la construcción del proyecto y si es el único factor que generará cambios dentro de éste, es necesario evaluar las principales causas de cambio de uso de suelo y en qué cantidad se dan en un lapso de tiempo.

De acuerdo con los datos generados por INEGI y haciendo una comparación entre la carta de Uso de Suelo y Vegetación de la serie III que corresponde al año 2005 con la carta serie VI del año 2016, se puede observar la zona urbana ocupa la mayor parte del territorio.

Cuadro VII.22. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2016 en el sistema ambiental.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha) Serie III	% Serie III	Superficie (ha) Serie VI	% Serie VI	Diferencia en superficie (ha)	Diferencia en %	Estado
URBANO CONSTRUIDO	1085.518	14.36%	1627.005	21.52%	-541.487	-7.16%	Disminuyó
MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO	1443.359	19.09%	1289.628	17.05%	153.731	2.03%	Aumentó
BOSQUE DE MEZQUITE	379.711	5.02%	379.737	5.02%	-0.027	0.00%	Disminuyó
PASTIZAL INDUCIDO	436.200	5.77%	4.086	0.05%	432.114	5.71%	Aumentó
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	2108.128	27.88%	1734.482	22.94%	373.645	4.94%	Aumentó
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	66.534	0.88%	61.954	0.82%	4.579	0.06%	Aumentó
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE	217.565	2.88%	232.029	3.07%	-14.464	-0.19%	Disminuyó
SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1255.138	16.60%	496.990	6.57%	758.148	10.03%	Aumentó
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	376.673	4.98%	257.880	3.41%	118.793	1.57%	Aumentó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	7.771	0.10%	183.671	2.43%	-175.900	-2.33%	Disminuyó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO		0.00%	94.428	1.25%	-94.428	-1.25%	Disminuyó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE MEZQUITE		0.00%	366.273	4.84%	-366.273	-4.84%	Disminuyó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE MEZQUITE		0.00%	8.098	0.11%	-8.098	-0.11%	Disminuyó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	185.172	2.45%	825.505	10.92%	-640.333	-8.47%	Disminuyó
TOTAL	**7561.767**	**100.00 %**	**7561.767**	**100.00 %**	**--**	**--**	

En las Figuras siguientes, se pueden observar los cambios generados a lo largo de 9 años, en los que el uso de suelo aparentemente se ha mantenido igual, sin embargo, como se mostró en el cuadro anterior, la extensión de agricultura de riego incrementó con respecto al año 2005, mientras que la superficie o zona urbana tuvo una disminución.

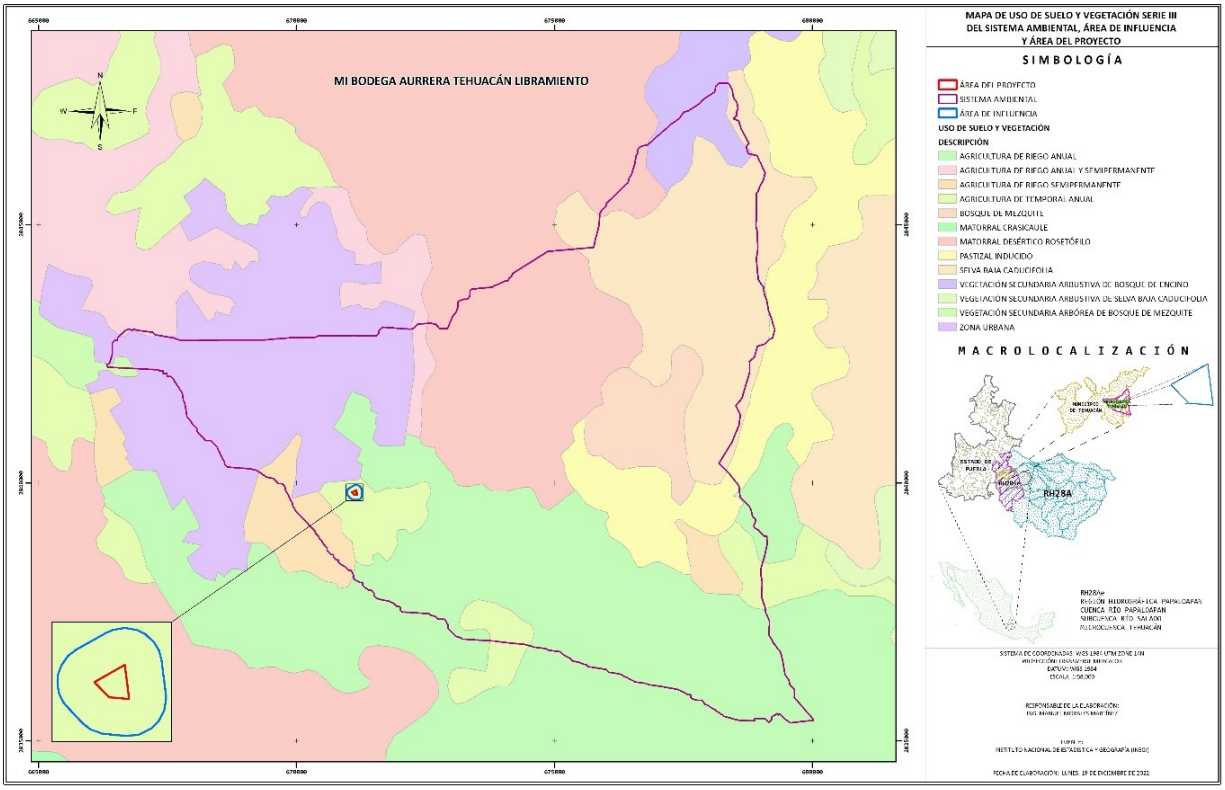


Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis.

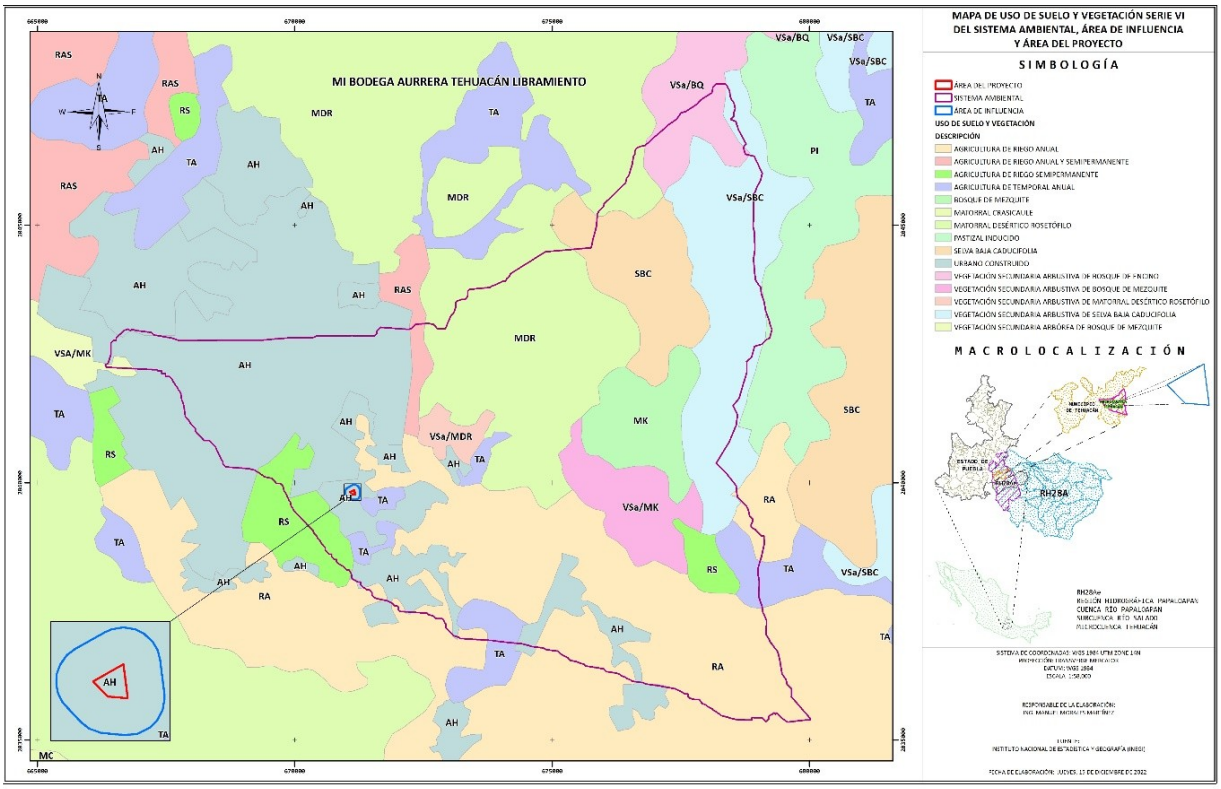


Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie VI en las tres unidades de análisis.

Haciendo una comparación, tenemos que la superficie del proyecto abarca una extensión de 0.5109 hectáreas, así mismo la dimensión territorial del Sistema ambiental cuenta una superficie total de 7,561.767 hectáreas; esto deja como resultado que la afectación por el proyecto representa únicamente el 0.00676% de la superficie total del primero. A pesar de lo anterior, **se cuidará que las medidas de prevención, mitigación y compensación se cumplan al pie de la letra.**

El presente proyecto cumple con cada una de las reglas y criterios que regulan las actividades a realizar, por lo que se considera compatible con el sistema ambiental.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En el siguiente cuadro se muestran las alternativas consideradas para determinar la ubicación y construcción del proyecto.

Cuadro VII.23. Consideraciones para determinar la realización del proyecto.

Opción	Criterios	Consideraciones
1.- No realización del proyecto	Beneficio	Los componentes ambientales que presentan mayor estado de conservación (agua, suelo, aire) no se verían afectados sin el proyecto.
	Inversión	No se requerirá ningún tipo de inversión.
	Impactos ambientales	No se tendría deterioro en el predio.
2.- Realizar el proyecto en esta área.	Beneficio	El proyecto adicionalmente tendrá un gran impacto positivo en la generación de empleos y en la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación que pueden tener efectos a largo plazo.
	Inversión	La inversión requerida del proyecto se estima que es de [redacted]
	Impactos ambientales	Los riesgos ambientales que se pudieran presentar se prevé eliminarlos o en su defecto minimizarlos y/o compensarlos lo más posible con la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y compensación recomendadas en el presente estudio.
3.- Emplazamiento del proyecto con	Beneficio	Mantener sin alteración a los componentes ambientales de la zona de estudio.
	Inversión	El costo de inversión inicial seria mayor considerando la inversión de adquisición del predio y la

Opción	Criterios	Consideraciones
diferente ubicación.		realización de estudios de factibilidad de otro predio.
	Impactos ambientales	Se requerirá ubicar el proyecto en un sitio alternativo pudiéndose presentar éste en un mayor estado de conservación que el seleccionado en un primer momento.

Ante esta situación, se tomó como la mejor alternativa la opción 2 por considerarse la más factible, es muy importante resaltar que este tipo de proyectos beneficia la economía de la zona y de la región.

BIBLIOGRAFÍA.

Bradley C.A., S.E. J. Gibbs y S.Altizer. 2008. Urban and land use predicts West Nile virus exposure in song birds. Ecological Applications, 18(5): 1083-1092.

Greger, M. 2007. The Human/Animal Interface: Emergence and Resurgence of Zoonotic Infectious Diseases. Critical Reviews in Microbiology, 33:243–299.

McFarlane R., A. Sleigh y T. McMichael. 2012. Synanthropy of wild mammals as a determinant of emerging infectious diseases in the Asian-Australasian región. EcoHealth, DOI: 10.1007/s10393-012-0763-9.

Rojo-Vázquez, J. 2001. Algunos aspectos sobre zoonosis y salud pública. Medicina Veterinaria, 18(3): 316-326.

Schondube, J. E., I. MacGregor-Fors, L. Morales-Pérez, E. López y M. E. Mendoza. 2010. Ecología espacial de las aves. Pp. 100-105. En Cram, S., L. Galicia e I. Israde (Eds.), Atlas de la cuenca de Cuitzeo. Análisis de su geografía y entorno socioambiental. Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México DF, México.

Schondube, J. E., Chávez-Zichinelli, C., Lindig-Cisneros, R., López-Muñoz, E.C., MacGregor-Fors, I., Maya-Elizarrarás, E., Morales-Pérez, L., Salaverria, C., Quesada-Lara, J. y Tapia-Harris, C. 2018. Aves en paisajes modificados por actividades humanas. Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados, cap. 12, p. 207-232.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÒN DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE GENERAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO....1
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN....1
VIII.1.1 CARTOGRAFÍA....1
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS....1
VIII.1.3 VIDEOS....1
VIII.2 OTROS ANEXOS....1
VIII.2.1 MEMORIAS....1
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS....1
VIII.4 LISTA DE ANEXOS....1

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán 1 ejemplar impreso y 4 en archivo electrónico (uno de ellos para consulta pública) de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular.

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA

En el proyecto se utilizó cartografía para la ubicación y la delimitación de la superficie, la descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos. Dicha cartografía se elaboró con un análisis de la información geográfica, usando imágenes satelitales y cartografía de INEGI series III y VI; los planos definitivos se presentan en el contenido del documento y también se presentan por capítulos para su mejor observación en el ANEXO 11. ANEXO CARTOGRÁFICO.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

Se integró un anexo (ANEXO 12. ANEXO FOTOGRÁFICO) con fotografías del proyecto y sus inmediaciones que reflejan las condiciones ambientales predominantes en la actualidad del área del proyecto.

VIII.1.3 VIDEOS

Siendo opcional este apartado, no se consideró necesario anexar un video del sitio.

VIII.2 OTROS ANEXOS

No se incluyen otros anexos diferentes a los ya mencionados.

VIII.2.1 MEMORIAS

Se adjunta el ANEXO 13. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), el cual contiene las memorias de cálculo en formato digital con la información de los procesos y cálculos usados durante el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular para este proyecto.

VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Se incluye un anexo (ANEXO 14. GLOSARIO TÉRMINOS) referente a la definición de palabras relacionadas con la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular realizada para este proyecto.

VIII.4 LISTA DE ANEXOS

En cumplimiento con el capítulo VIII se presentan los siguientes anexos (obligatorios y adicionales) para la MIA presente.

ANEXO 1. ACTA

ANEXO 2. ESCRITURA

ANEXO 3. PODER NOTARIAL Y RFC

ANEXO 4. IDENTIFICACIÓN OFICIAL

ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

ANEXO 6. COORDENADAS UTM DEL SA-AI-AP

ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H
ANEXO 8. PROG. REFORESTACIÓN
ANEXO 9. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA
ANEXO 10. PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA
ANEXO 11. ANEXO CARTOGRÁFICO
    CAPÍTULO I
    CAPÍTULO II
    CAPÍTULO III
    CAPÍTULO IV
    CAPÍTULO VII
ANEXO 12. ANEXO FOTOGRÁFICO
ANEXO 13. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)
    CAPÍTULO IV
        ANEXO II.A. VOLUMEN FORESTAL
        ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA
        ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H_UA
        ANEXO IV.C. FLORA_SA_IA_AP
        ANEXO IV.D. FAUNA_SA_AI_AP
ANEXO 14. GLOSARIO TÉRMINOS