La **Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Puebla**, clasifica los datos personales de las personas físicas identificadas o identificables, contenidos en la <**Manifestación de Impacto Ambiental**>, consistentes en: **invcersión requerida,** por considerarse información confidencial, con fundamento en el artículo 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; clasificación que fue aprobada por el Comité de Transparencia mediante **ACTA 120/2022**.

ATENTAMENTE
SUBDELEGADO DE ADMINISTRACIÓN E INNOVACIÓN

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES
DELEGACION FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA
SEMARNAT

MTRO. FERNANDO SILVA TRISTE

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5, fracción XIV, 39, 40 y 84 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[1], previa designación realizada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante oficio Núm./00491, firma el suscrito, como Encargado del Despacho de los Asuntos Competencia de la Oficina de Representación en cita.

[1] En términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

Avenida 3 Poniente 2926 Col. La Paz, C.P. 72160. Puebla, Puebla. Tel. (222) 229-9500 www.gob.mx/semarnat

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. 1
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 1
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO. 1
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. 1
I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. 11
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 12
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 12
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 12
I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 12
I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL 12
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 12
I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 12
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES 12
I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 12
I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 12
I.3.5. NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN REGISTRO FORESTAL NACIONAL (NÚMERO, LIBRO, TIPO Y VOLUMEN). 13
I.3.6. IDENTIFICACIÓN OFICIAL. 13
I.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL. 14
I.5. BIBLIOGRAFÍA. 14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto. 3
Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto. 5
Cuadro I.3. Cronograma de actividades. 11

ÍNDICE DE FIGURAS

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

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.

ACCESO A LA PLANTA CALIDRA DE ORIENTE, ACAJETE, PUEBLA.

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 oriente del país, limita al este con Veracruz, al poniente con los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Morelos y al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero.

De manera específica el área se localiza en el municipio de Acajete, el cual se localiza en la parte Central del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19º 00' 30" y 19º 11' 06" de latitud norte y los meridianos 97º 53' 54" y 98º 00' 00" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con Tepeaca y Cuautinchán, al oriente con Nopalucán y Tepeaca y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

Respecto a la región hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Balsas (RH18) como se muestra a continuación en el plano de localización del área del proyecto.

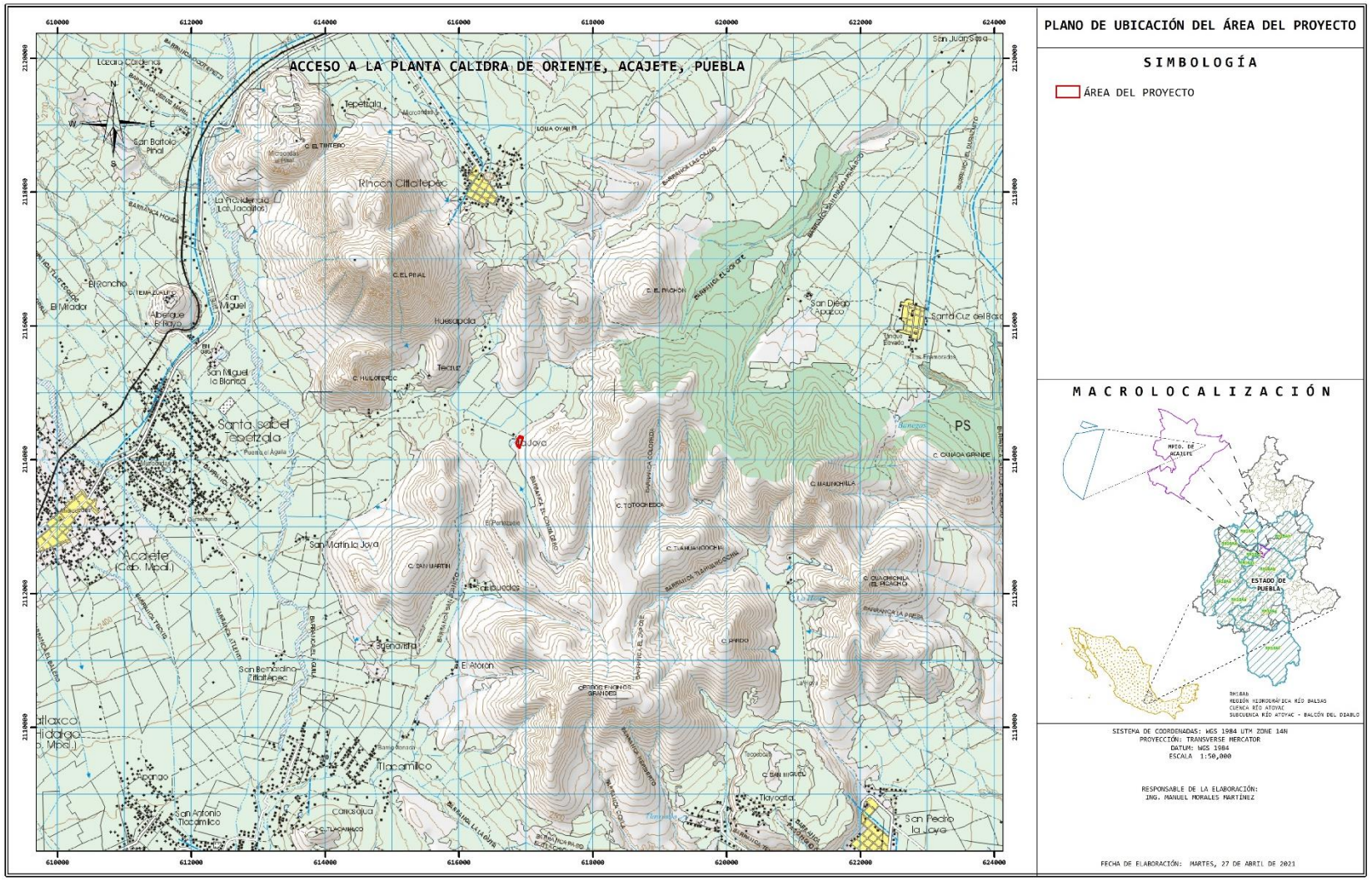


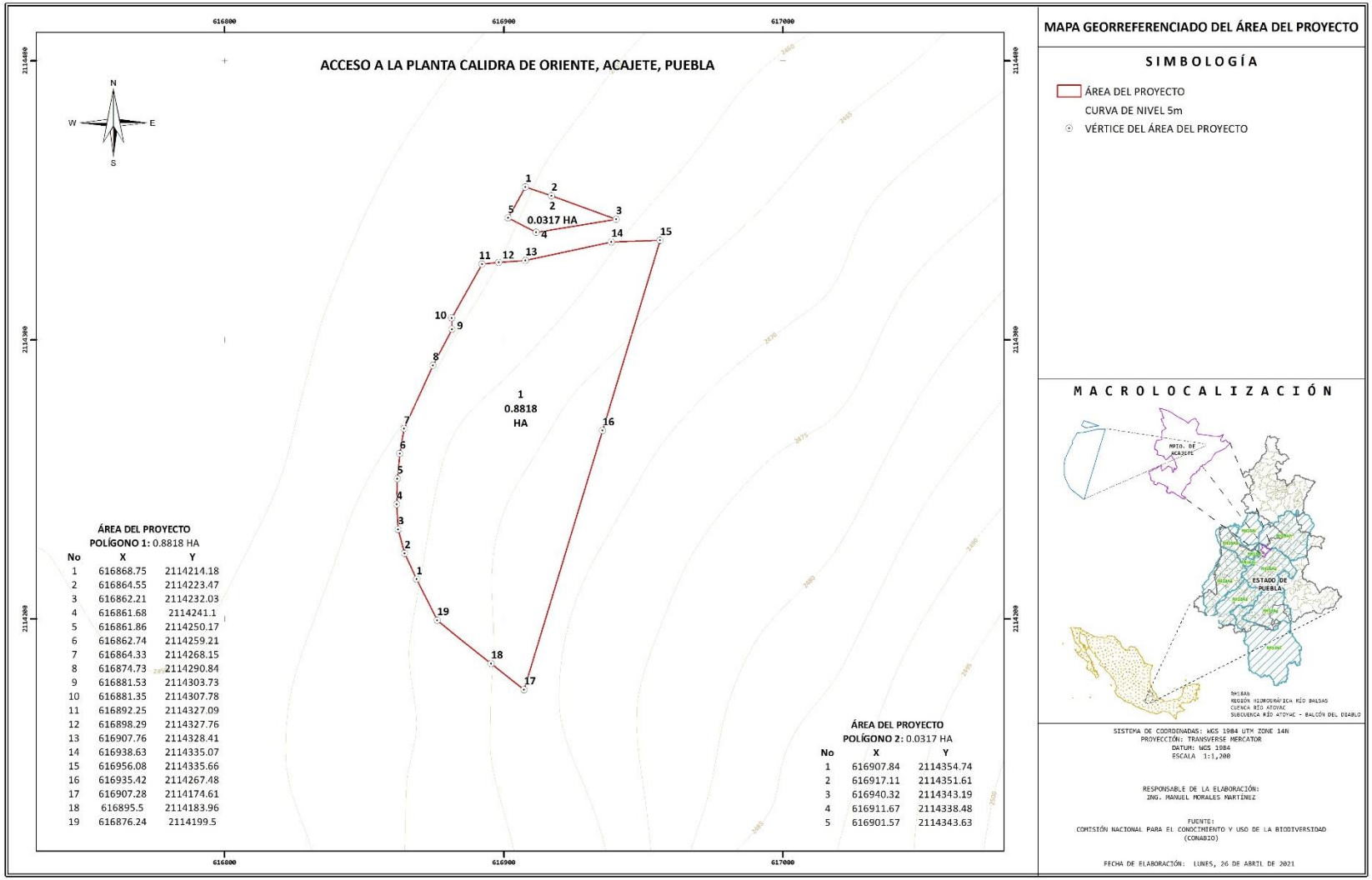
Figura I.1. Localización geográfica del proyecto

.

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		
POLÍGONO 1: 0.8818 HA		
No	**X**	**Y**
1	616868.75	2114214.18
2	616864.55	2114223.47
3	616862.21	2114232.03
4	616861.68	2114241.10
5	616861.86	2114250.17
6	616862.74	2114259.21
7	616864.33	2114268.15
8	616874.73	2114290.84
9	616881.53	2114303.73
10	616881.35	2114307.78
11	616892.25	2114327.09
12	616898.29	2114327.76
13	616907.76	2114328.41
14	616938.63	2114335.07
15	616956.08	2114335.66
16	616935.42	2114267.48
17	616907.28	2114174.61
18	616895.50	2114183.96
19	616876.24	2114199.50
ÁREA DEL PROYECTO		
POLÍGONO 2: 0.0317 HA		
No	**X**	**Y**
1	616907.84	2114354.74
2	616917.11	2114351.61
3	616940.32	2114343.19
4	616911.67	2114338.48
5	616901.57	2114343.63



ÁREA DEL PROYECTO
POLÍGONO 1: 0.8818 HA

No	X	Y
1	616868.75	2114214.18
2	616864.55	2114223.47
3	616862.21	2114232.03
4	616861.68	2114241.1
5	616861.86	2114250.17
6	616862.74	2114259.21
7	616864.33	2114268.15
8	616874.73	2114290.84
9	616881.53	2114303.73
10	616881.35	2114307.78
11	616892.25	2114327.09
12	616898.29	2114327.76
13	616907.76	2114328.41
14	616938.63	2114335.07
15	616956.08	2114335.66
16	616935.42	2114267.48
17	616907.28	2114174.61
18	616895.5	2114183.96
19	616876.24	2114199.5

ÁREA DEL PROYECTO
POLÍGONO 2: 0.0317 HA

No	X	Y
1	616907.84	2114354.74
2	616917.11	2114351.61
3	616940.32	2114343.19
4	616911.67	2114338.48
5	616901.57	2114343.63

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	0.9135
Grado de riesgo de tormentas eléctricas	Medio	
Grado de riesgo de granizo	Muy alto	
Grado de riesgo de sequía	Medio	

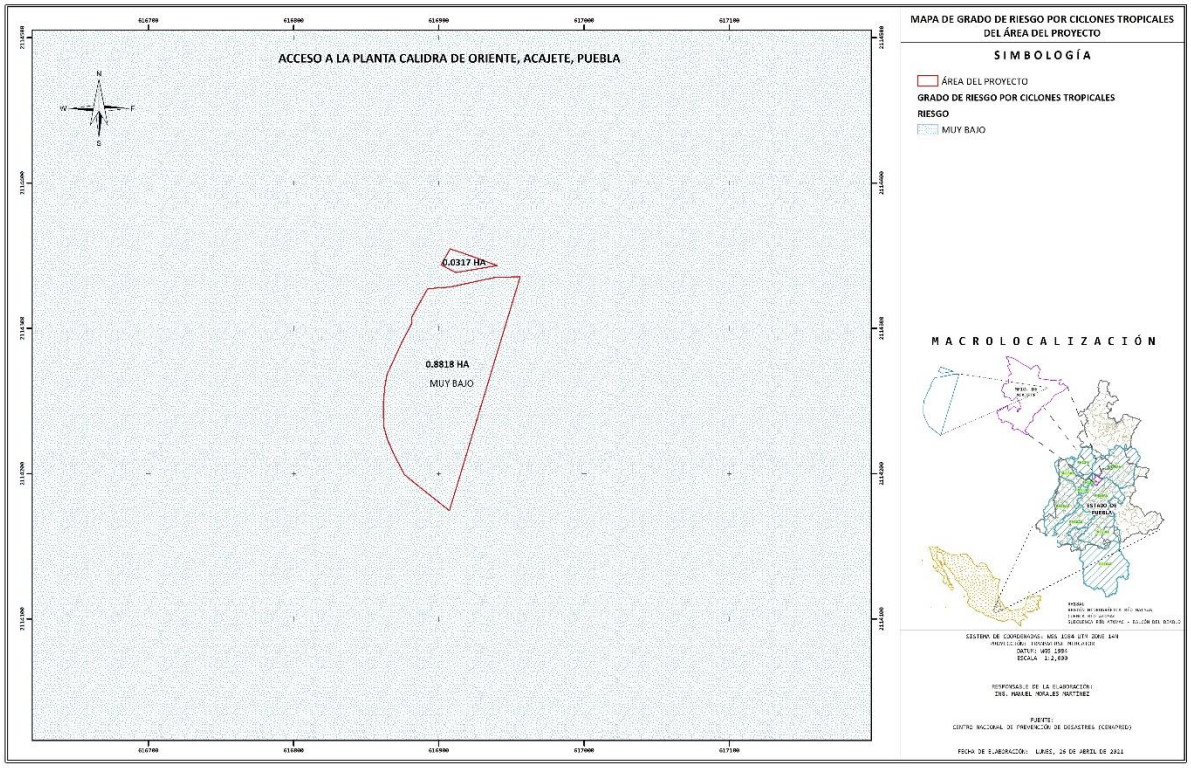


Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales.

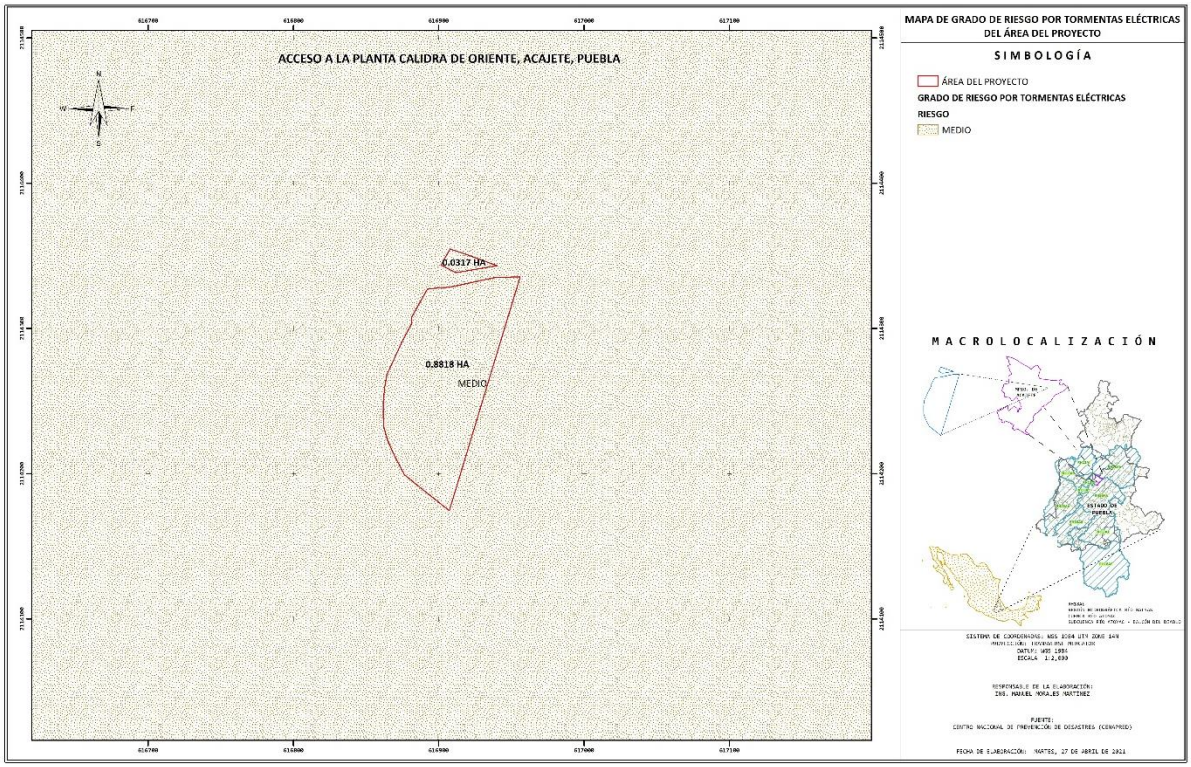


Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas.

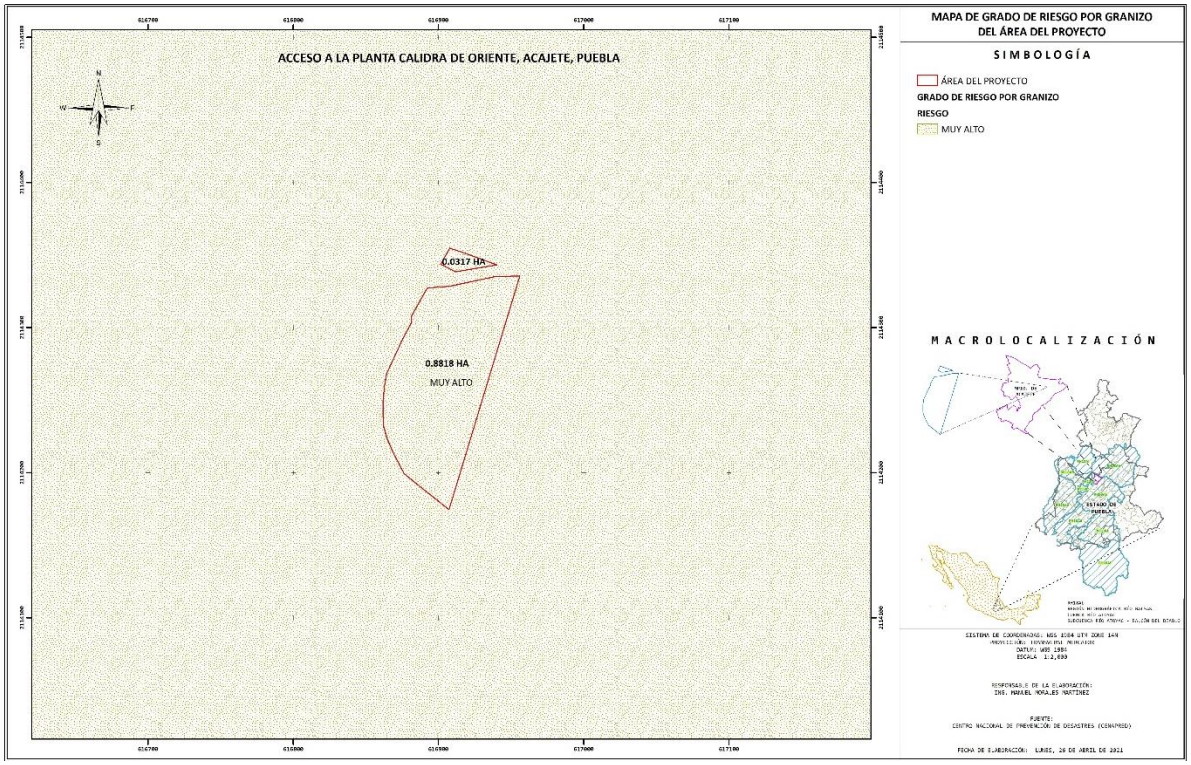


Figura I.5. Grado de riesgo de granizo.

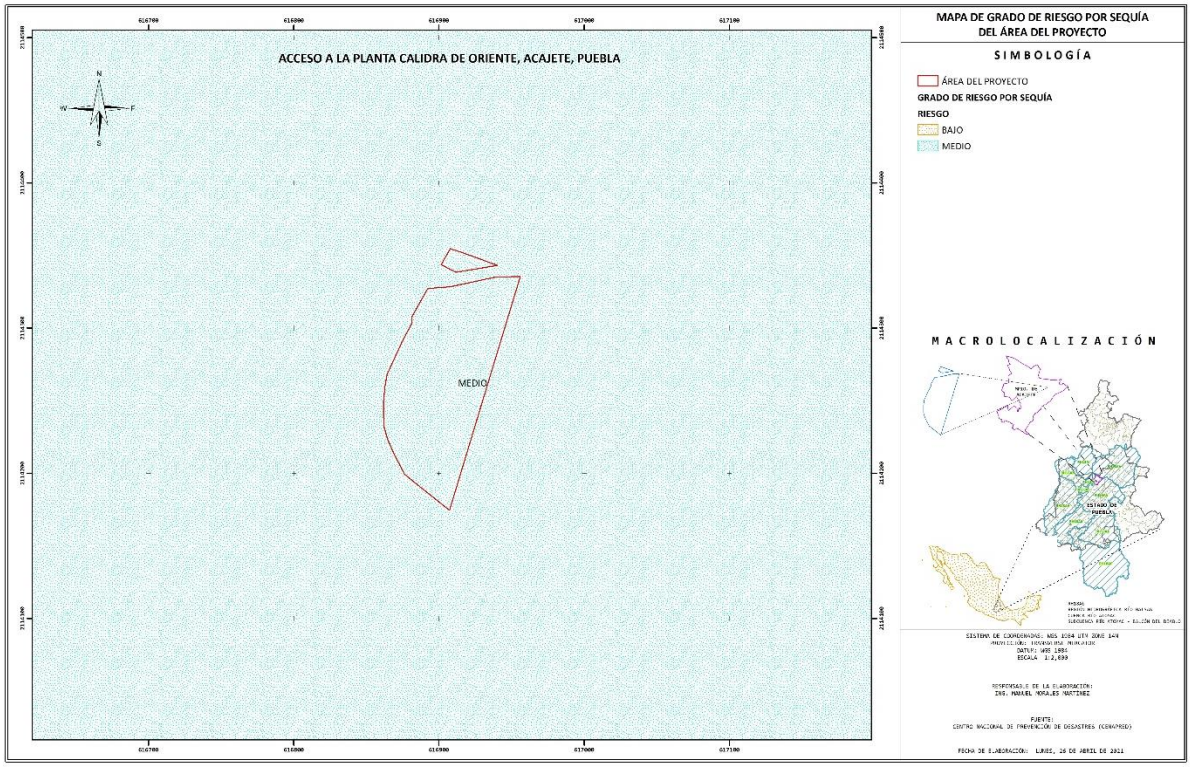


Figura I.6. Grado de riesgo de sequía.

Para el área del proyecto la velocidad del viento que se reporta es de 100 a 130 kilómetros por hora, ubicándose en la zona A con clase baja como se muestra en la siguiente figura.

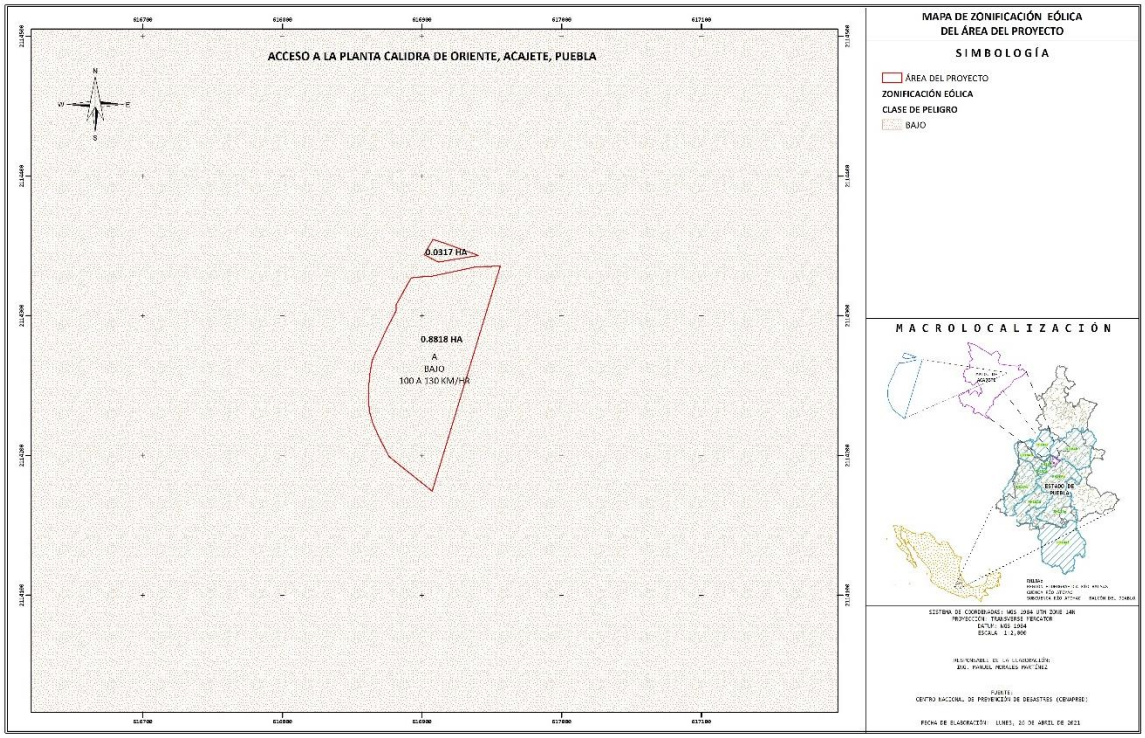


Figura I.7. Mapa de velocidad del viento.

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

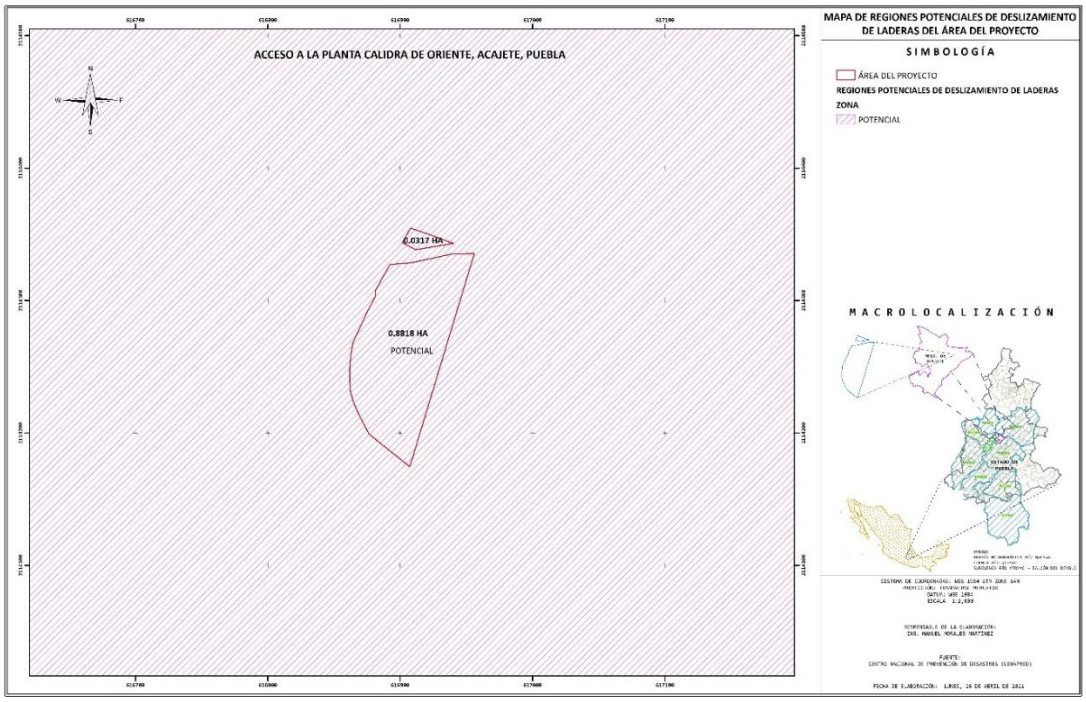


Figura I.8. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas.

De igual manera el área del proyecto corresponde a la zona con peligro medio “B” de sismicidad figura I.9.

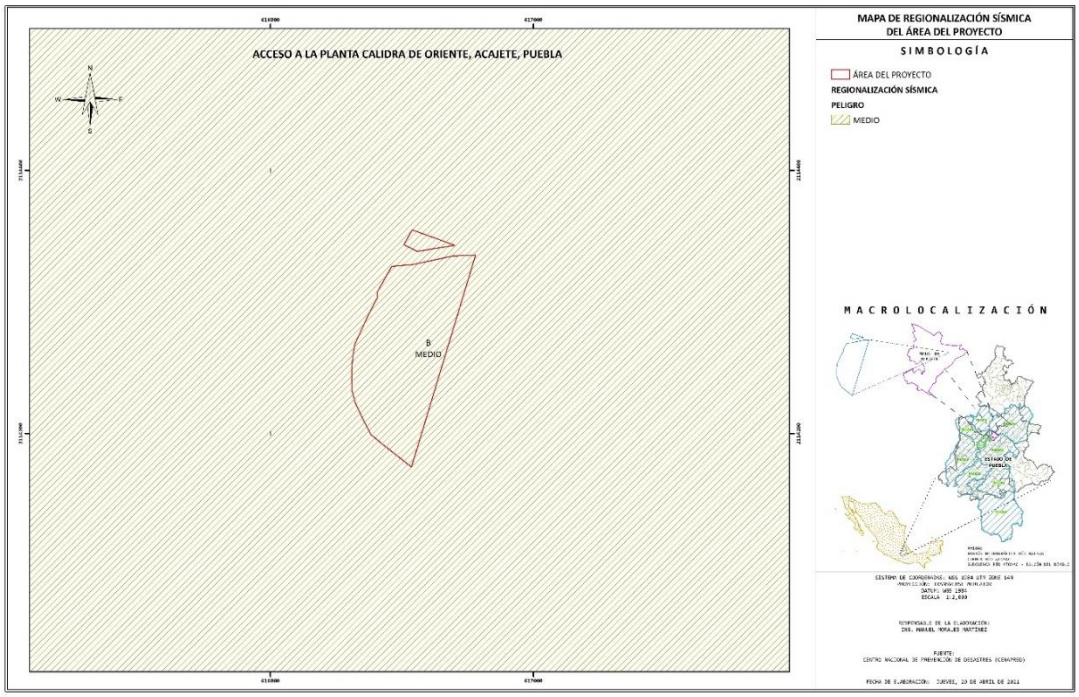


Figura I.9. Mapa de sismicidad.

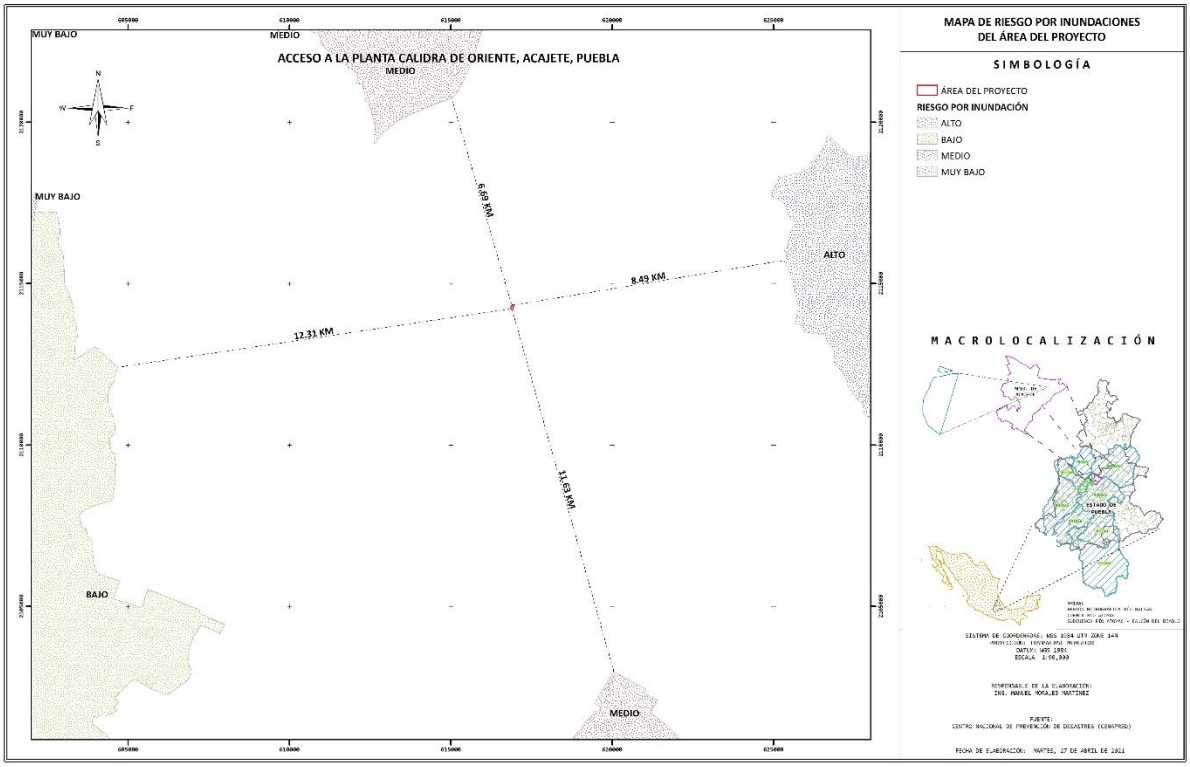


Figura I.10. Mapa de riesgo por inundación.

De igual manera en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son: La Malinche ubicado a 19.54 km, Serdán-Oriental ubicado a 48.4 km y Citlaltepetl (Pico de Orizaba) ubicada a 65.97 km, como se muestra en la figura I.11.

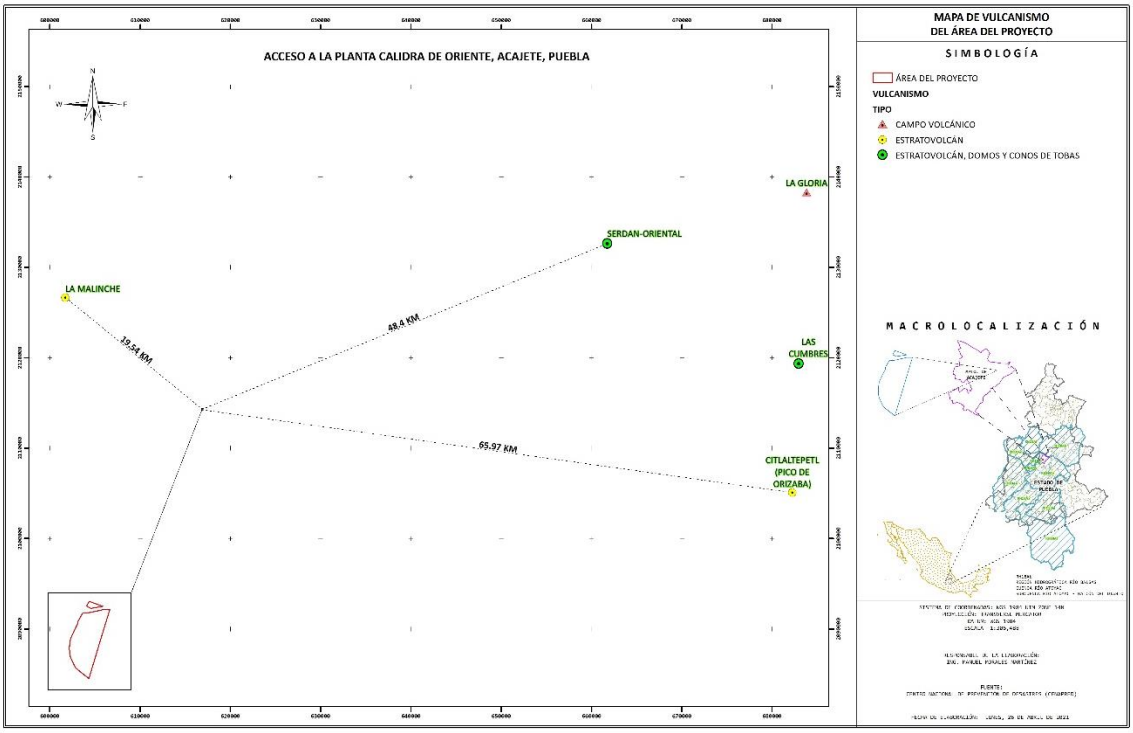


Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto.

El área del proyecto se encuentra cerca de 2 fracturas con orientación Este-Oeste a una distancia de 39.24, en dirección Noreste-Suroeste a 42.27 km, y una falla con orientación Norte-Sur a 50.86 km.

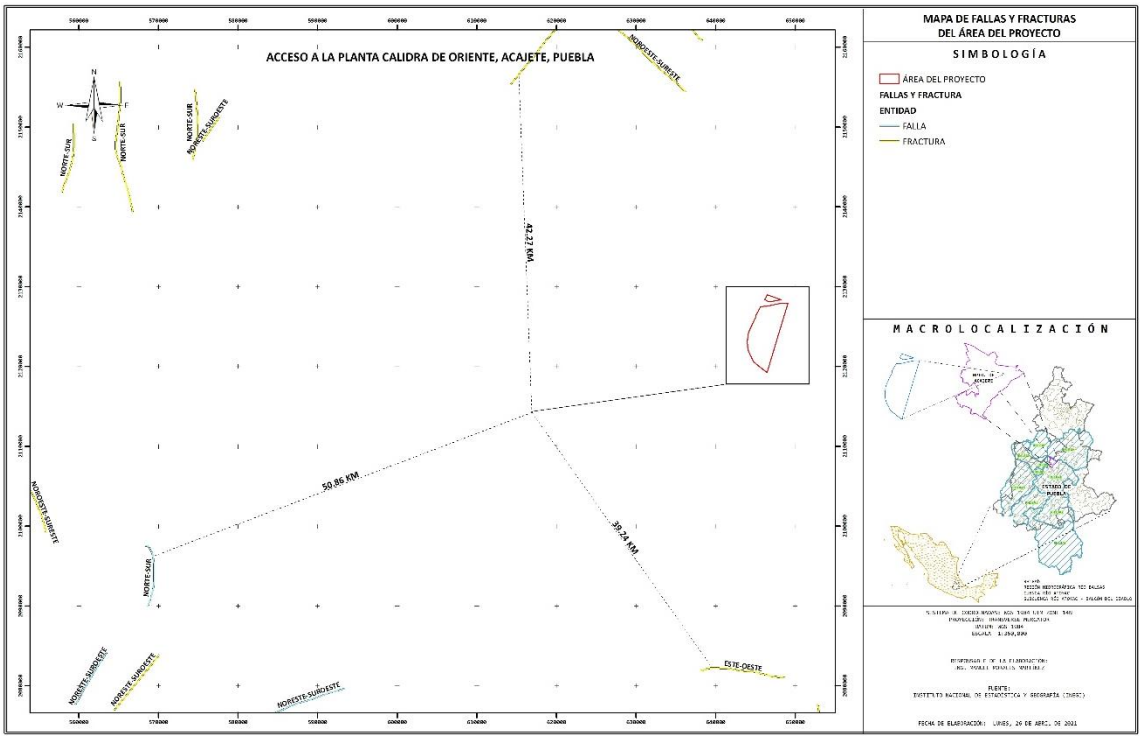


Figura I.12. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto.

I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

Se estima una vida útil de 30 años, 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 18 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 en un plazo de 3 años posteriores a las actividades de cambio de uso de suelo.

Cuadro I.3. Cronograma de actividades.

Actividad	Cambio de uso de suelo del proyecto en años y meses																								Actividades de mantenimiento a las medidas propuestas					
	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	MESES																								SEMESTRES					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	1	2	1	2
Actividades del cambio de uso de suelo																														
Delimitación del área del proyecto	X																													
Desmonte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Extracción de materias primas provenientes del desmonte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Despalme					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Transporte de material orgánico proveniente del despalme					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo																														
Rescate y reubicación de flora silvestre con o sin estatus NOM-059	X	X	X	X	X																									
Realización de terrazas individuales	X	X	X	X	X																									
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna silvestre con o sin estatus NOM-059	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Pláticas de concientización ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Colocación de letreros preventivos	X								X																					
Colocación de contenedores de residuos sólidos	X								X																					
Rescate de material orgánico										X	X	X	X																	
Resguardo o colocación del material orgánico														X	X	X	X	X												
Humedecimiento de las áreas de trabajo										X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Reforestación con especies nativas														X	X	X	X	X												
Acomodo del material vegetal muerto (AMVM)														X	X	X	X	X												
Resguardo de la maquinaria						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Orden en el área de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Seguimiento de las especies rescatadas (flora)							X			X			X					X						X					
Monitoreo de las especies de fauna silvestre																										X		X		X
Replantación del 40% (Reforestación)																										X				
Seguimiento de AMVM																													X	
Mantenimiento de la reforestación																										X		X		X
Mantenimiento de la maquinaria y equipo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

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

Calle y número:

Colonia:

Municipio:

Entidad federativa:

Código postal:

Teléfono:

Correo:

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

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Empresa:

Ingeniero Forestal con Orientación en Silvicultura.
Cédula profesional:

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

Clave del RFC:

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Calle:

Número exterior:
Colonia:
Código Postal:
Municipio:
Estado:
Correos electrónicos:
Teléfonos:

COLABORADORES:

Nombre:
Técnico Forestal
Nombre:
Ingeniero Forestal
Nombre:
Ingeniero Forestal
Nombre:
Maestra en Ciencias Forestales.
Nombre:
Ingeniero Forestal
Nombre:
Maestra en Ciencias Forestales

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

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 15. 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. 1
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO. 1
II.1.2. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO. 2
II.2. USO DE SUELO PROPUESTO. 30
II.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 31
II.3.1. PROGRAMA DE TRABAJO. 31
II.3.2. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS. 35
II.3.3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO (CAMBIO DE USO DE SUELO). 43
II.3.4. AÑOS POSTERIORES AL PROYECTO. 60
II.4. INVERSIÓN REQUERIDA. 60
II.5. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA. 61
II.6. BIBLIOGRAFÍA. 62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Superficie del Área del Proyecto. 4
Cuadro II.2. Coordenadas de los polígonos del Área del Proyecto. 4
Cuadro II.3. Clasificación de superficie del Área del Proyecto. 6
Cuadro II.4. Condiciones abióticas y bióticas del Área del Proyecto. 9
Cuadro II.5. Tipos de vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental (INEGI, Serie VI). 9
Cuadro II.6. Vegetación y usos de suelo del Sistema Ambiental (recorridos de campo). 10
Cuadro II.7. Tipo de vegetación y uso del suelo del Área de Influencia (INEGI, Serie VI). 11
Cuadro II.8. Vegetación y usos de suelo del Área de Influencia (recorridos de campo). 12
Cuadro II.9. Comparativo del Área del Proyecto con respecto a sus áreas aledañas. 13
Cuadro II.10. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto. 28
Cuadro II.11. Uso de suelo propuesto para el Área del Proyecto. 30
Cuadro II.12. Principales actividades desarrolladas en el cambio de uso de suelo del proyecto. 31
Cuadro II.13. Cronograma de actividades. 33
Cuadro II.14. Medidas de cada uno de los tramos viales. 35
Cuadro II.15. Coordenadas lineales de los tramos viales. 35
Cuadro II.16. Número de individuos a rescatar y reubicar. 45
Cuadro II.17. Determinación del tamaño de muestra. 51
Cuadro II.18. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra. 51
Cuadro II.19. Intensidad de muestreo. 52
Cuadro II.20. Modelos para el cálculo de volumen. 53
Cuadro II.21. Volumen a extraer de las Áreas del Proyecto. 53
Cuadro II.22. Volumen total estimado del polígono 1. 54
Cuadro II.23. Volumen total estimado del polígono 2. 54
Cuadro II.24. Volumen total estimado del polígono 3. 54

Cuadro II.25. Número de individuos de renuevos por especies del estrato arbóreo por hectárea y total. 55
Cuadro II.26. Número de individuos no maderables por especies del estrato arbustivo por hectárea y total. 55
Cuadro II.27. Número de individuos no maderables por especies del estrato herbáceo por hectárea y total. 56
Cuadro II.28. Información de retroexcavadora 416E o excavadora CAT 320 o similar. 57
Cuadro II.29. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3. 58
Cuadro II.30. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto. 60
Cuadro II.31. Residuos orgánicos. 61
Cuadro II.32. Sólidos inorgánicos. 61
Cuadro II.33. Residuos líquidos. 62
Cuadro II.34. Emisiones a la atmósfera 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Plano de ubicación general del proyecto en el estado de Puebla. 1
Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a la Cuenca Hidrológica. 3
Figura II.3. Ubicación regional del Área del Proyecto. 3
Figura II.4. Ubicación local del Área del Proyecto. 4
Figura II.5. Ubicación y vértices del Área del Proyecto con coordenadas UTM WGS 84. 5
Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo del Área del Proyecto (INEGI). 6
Figura II.7. Uso de suelo actual en el Área del Proyecto. 7
Figura II.8. Tipos de vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental (INEGI). 10
Figura II.9. Vegetación y usos actuales del suelo del Sistema Ambiental. 11
Figura II.10. Tipo de vegetación y uso de suelo del Área de Influencia (INEGI). 12
Figura II.11. Vegetación y usos actuales del suelo del Área de Influencia. 13
Figura II.12. Uso de suelo propuesto del Área del Proyecto. 31
Figura II.13. Mapa de ubicación de las vías de acceso del Área del Proyecto (longitud). 37
Figura II.14. Mapa de ubicación de las vías de acceso del Área del Proyecto (ancho). 37
Figura II.15. Ubicación de almacén. 42
Figura II.16. Ubicación de baños. 42
Figura II.17. Ubicación de los contenedores de residuos sólidos. 43
Figura II.18. Ejemplo de muestreo para el Área del Proyecto. 50

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Condiciones del bosque de encino-pino del área superior. 7
Imagen II.2. Condiciones del bosque de encino-pino del área media. 8
Imagen II.3. Condiciones del bosque de encino-pino del área inferior. 8
Imagen II.4. Zona forestal colindante del Área del Proyecto. 14
Imagen II.5. Zona forestal colindante del Área del Proyecto. 14
Imagen II.6. Zona forestal colindante del Área del Proyecto. 15
Imagen II.7. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental. 16
Imagen II.8. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental. 16
Imagen II.9. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental. 17
Imagen II.10. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental. 17
Imagen II.11. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental. 18
Imagen II.12. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental. 18
Imagen II.13. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental. 19
Imagen II.14. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental. 19

Imagen II.15. Condiciones del camino tipo asfalto dentro de la mina. 20
Imagen II.16. Condiciones del camino tipo asfalto cercano al Área del Proyecto. 20
Imagen II.17. Condiciones del camino tipo terracería dentro de la mina. 21
Imagen II.18. Condiciones del camino tipo terracería cercano al Área del Proyecto. 21
Imagen II.19. Condiciones del cuerpo de agua cercano al Área del Proyecto. 22
Imagen II.20. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental. 23
Imagen II.21. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental. 23
Imagen II.22. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental. 24
Imagen II.23. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental. 24
Imagen II.24. Área de extracción de la mina. 25
Imagen II.25. Condiciones internas de la mina 25
Imagen II.26. Área de comedor. 26
Imagen II.27. Área de estacionamiento. 26
Imagen II.28. Condiciones externas de la zona de mina. 27
Imagen II.29. Condiciones externas de la zona de mina. 27
Imagen II.30. Condiciones del almacén de residuos. 28
Imagen II.31. Condición del camino de asfalto 1 cercano al Área del Proyecto. 38
Imagen II.32. Condición del camino de asfalto 1 hacia el Área del Proyecto. 38
Imagen II.33. Condición del camino de asfalto 1 hacia el Área del Proyecto. 39
Imagen II.34. Condición del camino de asfalto 1 hacia el Área del Proyecto. 39
Imagen II.35. Condición del camino de asfalto 2 cercano al Área del Proyecto. 40
Imagen II.36. Condición del camino de asfalto 2 hacia el Área del Proyecto. 40
Imagen II.37. Condición del camino de terracería cercano al Área del Proyecto. 41
Imagen II.38. Condición del camino de terracería cercano al Área del Proyecto. 41
Imagen II.39. Ejemplo de señalización y delimitación de áreas autorizadas. 44
Imagen II.40. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado. 46
Imagen II.41. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte. 46
Imagen II.42. Ejemplo de la extracción de materias primas. 47
Imagen II.43. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme. 58
Imagen II.44. Ejemplo del transporte de tierra fértil. 59

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 por el cambio de uso de suelo** para la implementación del acceso a la planta Calidra de Oriente en el municipio de Acajete, Puebla. El Área del Proyecto comprende una superficie de **0.9135 hectáreas**, las cuales presentan vegetación de **bosque de encino-pino** y serán aquellas sometidas a cambio de uso de suelo.

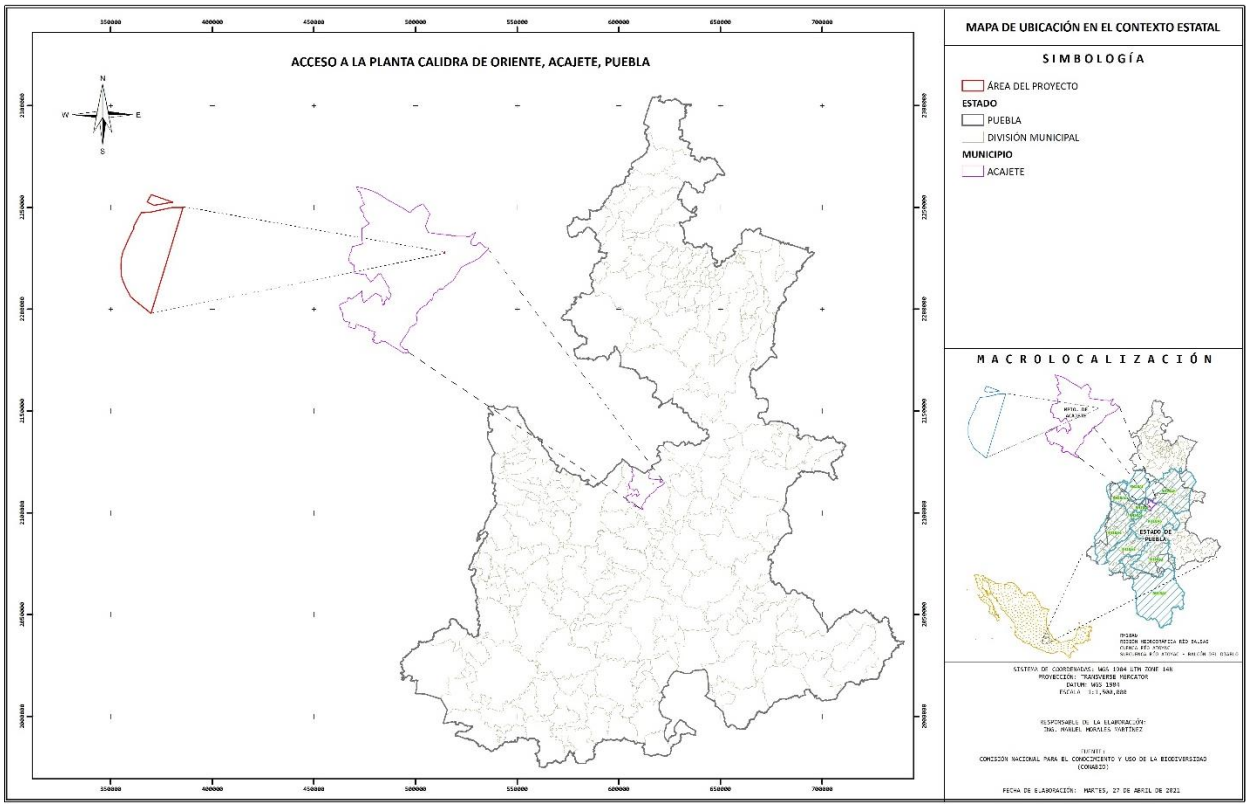


Figura II.1. Plano de ubicación general del proyecto en el estado de Puebla.

Cabe destacar, que para la realización del proyecto, no se requiere contar con ningún tipo de infraestructura especializada puesto que la planta procesadora ya se encuentra instalada desde etapas anteriores, así mismo, ya se cuenta con algunas vías de comunicación y caminos necesarios a través de los cuales se hace el movimiento del material. Siendo así, no se considera la construcción de infraestructura ni obras adicionales para la adecuada operación del proyecto. 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 encino-pino 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 **0.9135 ha** para la construcción de un acceso; la ubicación del proyecto corresponde a 4.5 km de distancia sobre la carretera a la comunidad de Santa Isabel Tepetzala, municipio de Acajete, Puebla.

Para llevar a cabo la construcción del acceso, 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 acceso y, posteriormente la operación y mantenimiento del mismo.

El presente proyecto no forma parte de un plan o programa de desarrollo y de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), el proyecto se encuentra dentro del sector 23 Construcción, en el subsector 237 Construcción de obras de ingeniería civil, en la rama 2379 Otras construcciones de ingeniería civil.

En cuanto a los elementos naturales que resulten factibles (suelo y productos maderables) serán aprovechados. El suelo fértil removido por la extracción será depositado en un lugar previamente elegido para el almacenamiento temporal y posteriormente pasará a formar parte del material utilizado en la restauración de zonas degradadas dentro de la mina. 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 Acajete** el cual se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19º 00' 30" y 19º 11' 06" de latitud norte y los meridianos 97º 53' 54" y 98º 00' 00" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala; al sur con Tepeaca y Cuautinchán; al oriente con Nopalucan y Tepeaca; y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

Respecto a la Región Hidrológica, el área se encuentra inmersa en la Región Hidrológica Río Balsas (RH18).

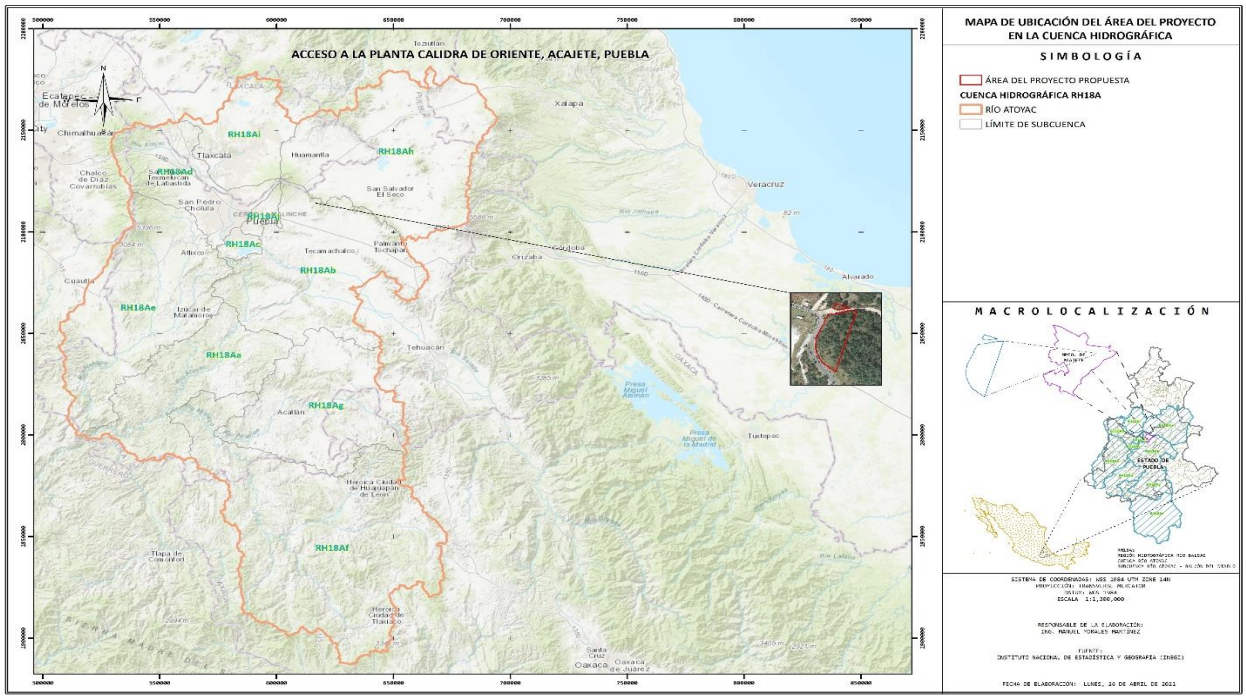


Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a la Cuenca Hidrológica.

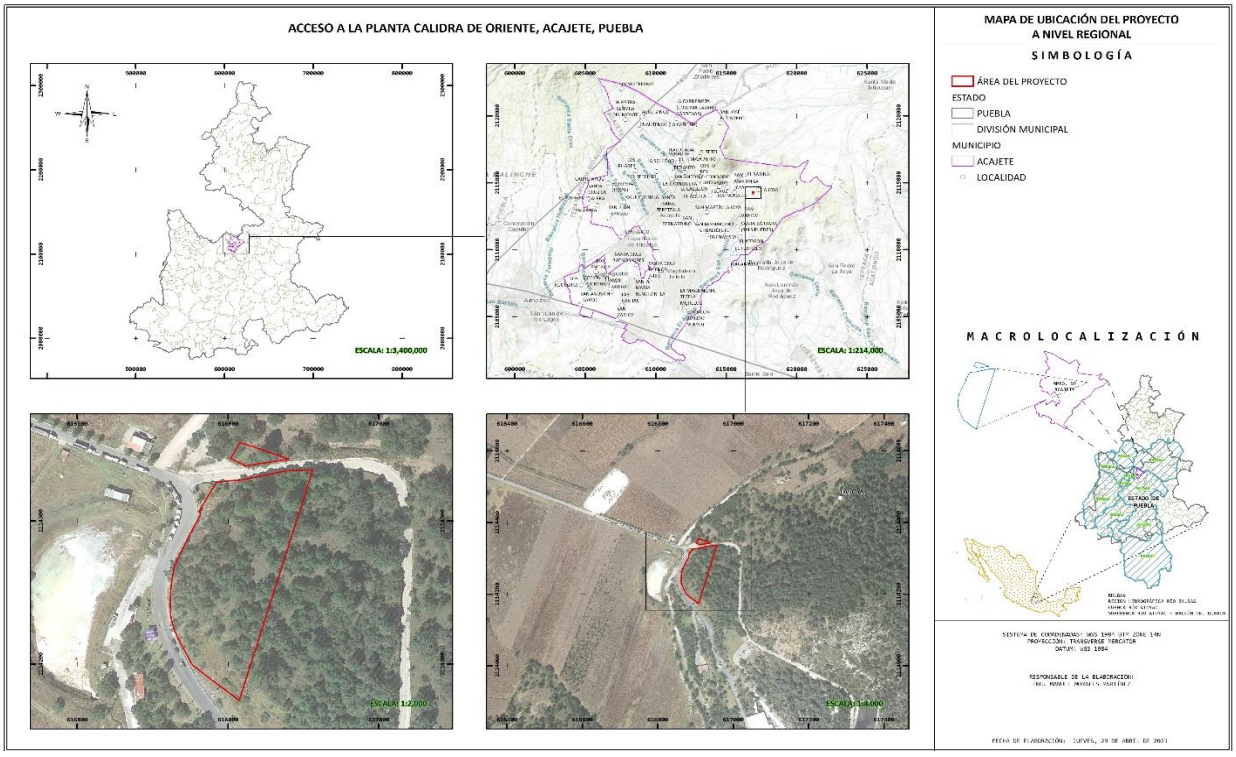


Figura II.3. Ubicación regional del Área del Proyecto.

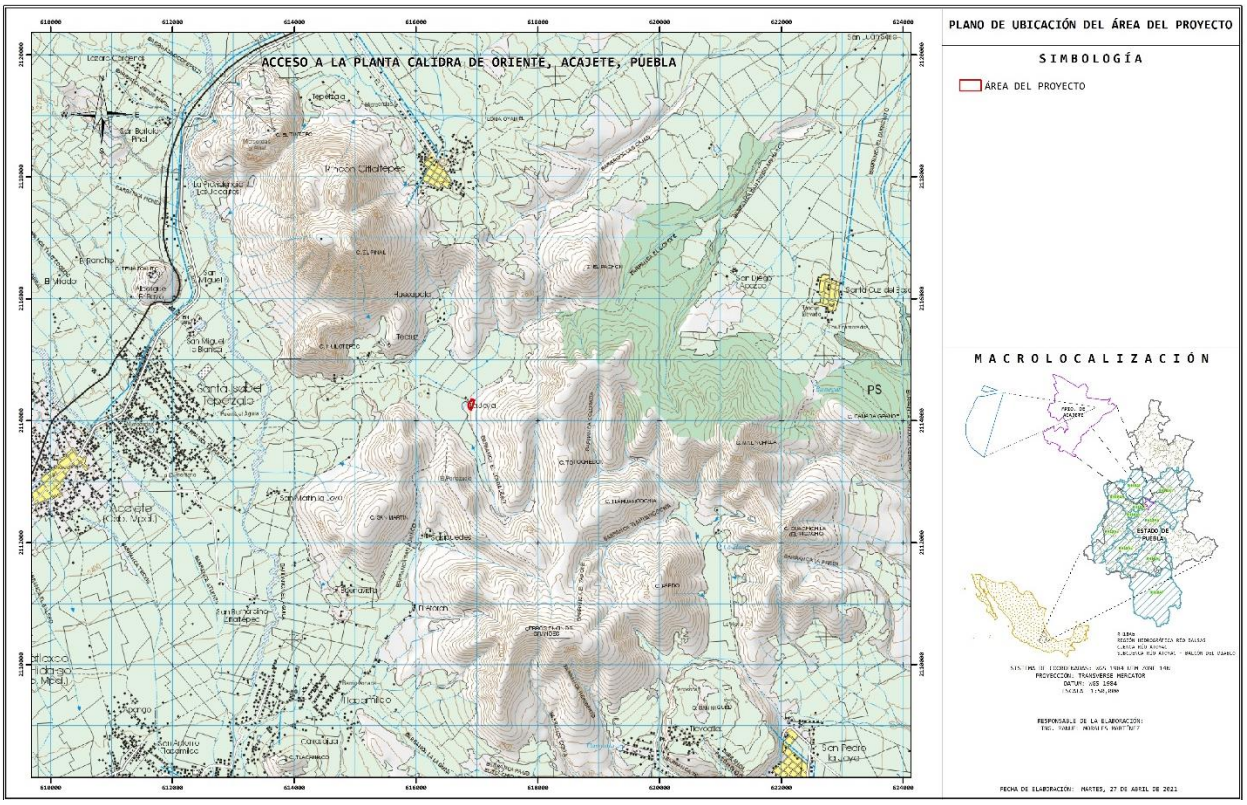


Figura II.4. Ubicación local del Área del Proyecto.

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	**0.9135**	100

Las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 14 N) y geográficas 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.

POLÍGONO	SUPERFICIE	VÉRTICE	X	Y	N	W
1	0.8818	1	616868.75	2114214.18	19° 7' 3.467" N	97° 53' 19.964" W
1	0.8818	2	616864.55	2114223.47	19° 7' 3.770" N	97° 53' 20.106" W
1	0.8818	3	616862.21	2114232.03	19° 7' 4.049" N	97° 53' 20.184" W
1	0.8818	4	616861.68	2114241.10	19° 7' 4.344" N	97° 53' 20.200" W
1	0.8818	5	616861.86	2114250.17	19° 7' 4.640" N	97° 53' 20.192" W
1	0.8818	6	616862.74	2114259.21	19° 7' 4.933" N	97° 53' 20.160" W
1	0.8818	7	616864.33	2114268.15	19° 7' 5.224" N	97° 53' 20.104" W
1	0.8818	8	616874.73	2114290.84	19° 7' 5.960" N	97° 53' 19.743" W
1	0.8818	9	616881.53	2114303.73	19° 7' 6.378" N	97° 53' 19.507" W

POLÍGONO	SUPERFICIE	VÉRTICE	X	Y	N	W
1	0.8818	10	616881.35	2114307.78	19° 7' 6.618" N	97° 53' 19.517" W
1	0.8818	11	616892.25	2114327.09	19° 7' 6.918" N	97° 53' 19.580" W
1	0.8818	12	616898.29	2114327.76	19° 7' 7.088" N	97° 53' 19.516" W
1	0.8818	13	616907.76	2114328.41	19° 7' 7.121" N	97° 53' 19.286" W
1	0.8818	14	616938.63	2114335.07	19° 7' 7.156" N	97° 53' 18.928" W
1	0.8818	15	616956.08	2114335.66	19° 7' 7.175" N	97° 53' 18.604" W
1	0.8818	16	616935.42	2114267.48	19° 7' 7.385" N	97° 53' 17.546" W
1	0.8818	17	616907.28	2114174.61	19° 7' 7.401" N	97° 53' 16.949" W
1	0.8818	18	616895.50	2114183.96	19° 7' 1.634" N	97° 53' 18.830" W
1	0.8818	19	616876.24	2114199.50	19° 7' 2.689" N	97° 53' 19.553" W
2	0.0317	1	616907.84	2114354.74	19° 7' 8.326" N	97° 53' 19.492" W
2	0.0317	2	616917.11	2114351.61	19° 7' 7.944" N	97° 53' 18.325" W
2	0.0317	3	616940.32	2114343.19	19° 7' 7.649" N	97° 53' 17.487" W
2	0.0317	4	616911.67	2114338.48	19° 7' 7.502" N	97° 53' 18.468" W
2	0.0317	5	616901.57	2114343.63	19° 7' 7.728" N	97° 53' 18.928" W

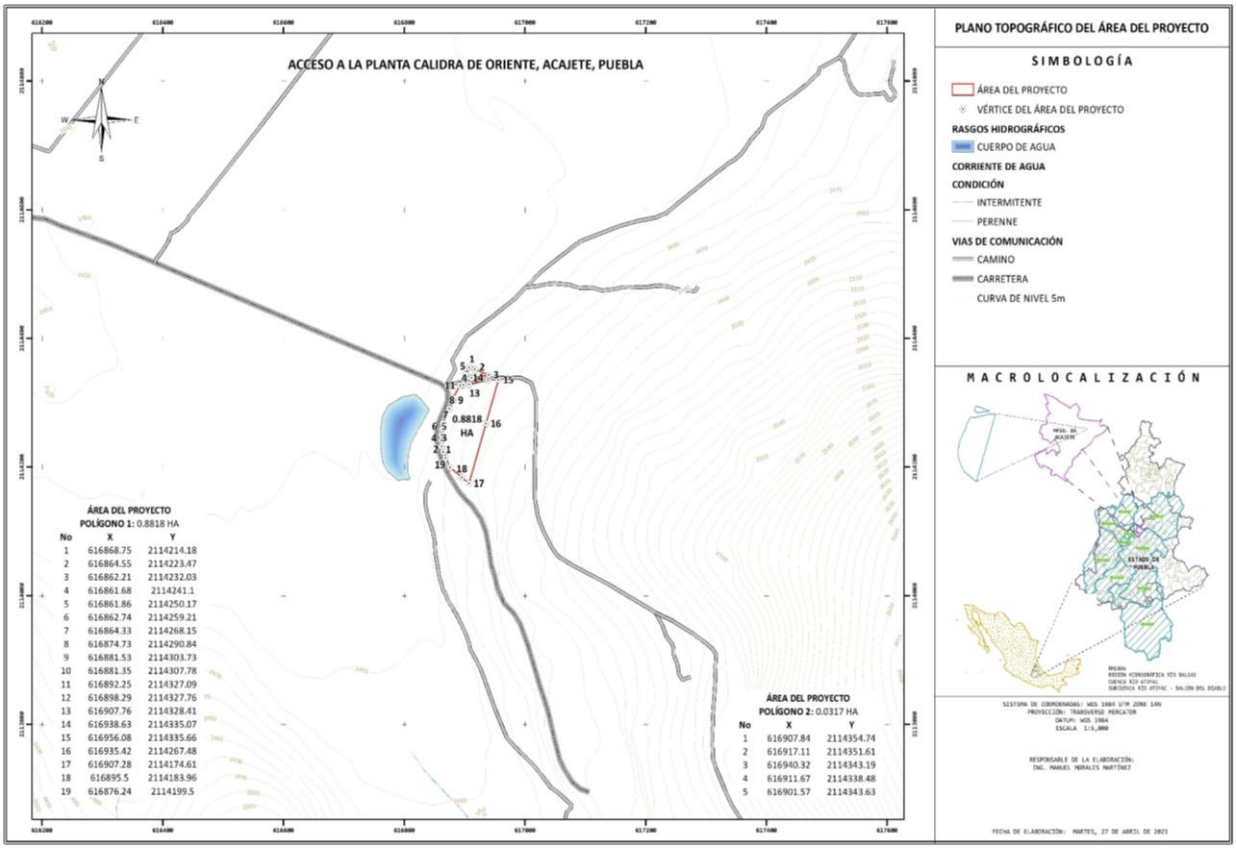


Figura II.5. Ubicación y vértices del Área del Proyecto con coordenadas UTM WGS 84.

a) Caracterización del Área del Proyecto.

El AP **(0.9135 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 en su totalidad un tipo de vegetación forestal de encino-pino tal como se pudo corroborar en campo:

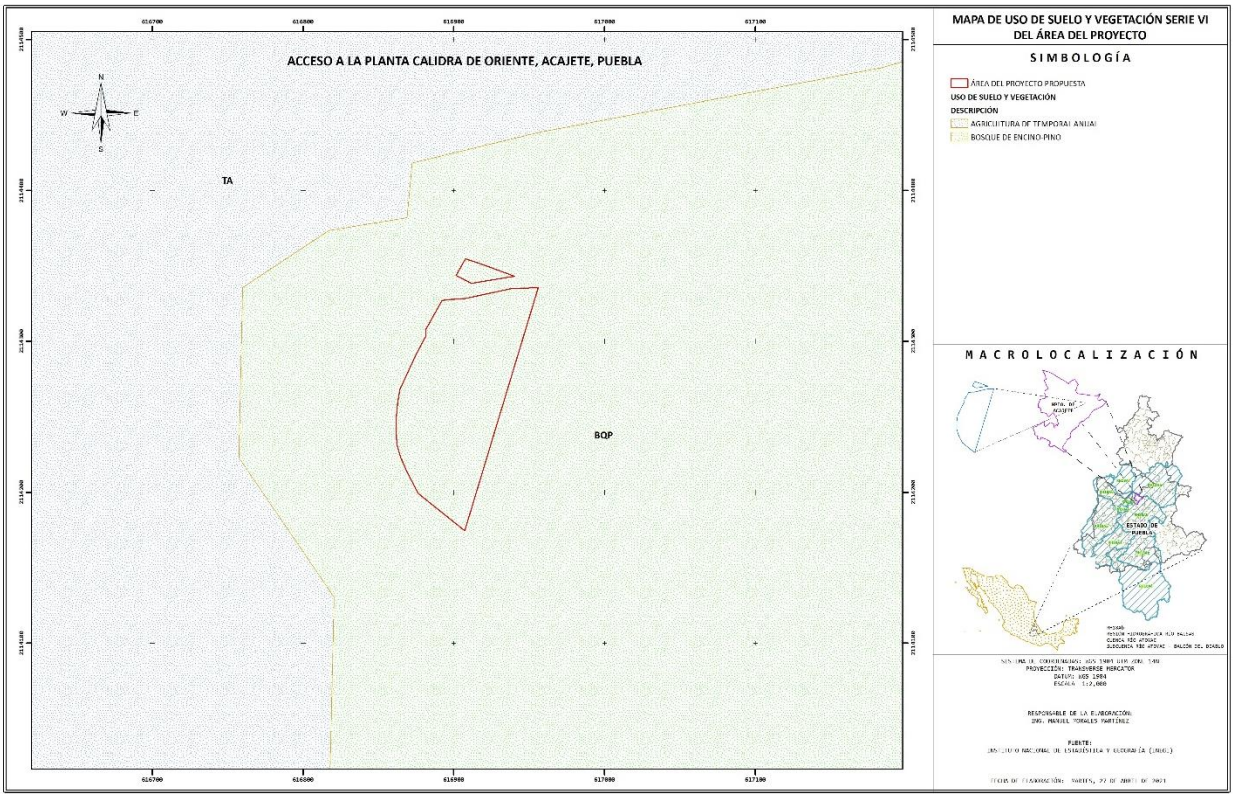


Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo del Área del Proyecto (INEGI).

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 encino-pino	0.9135	100

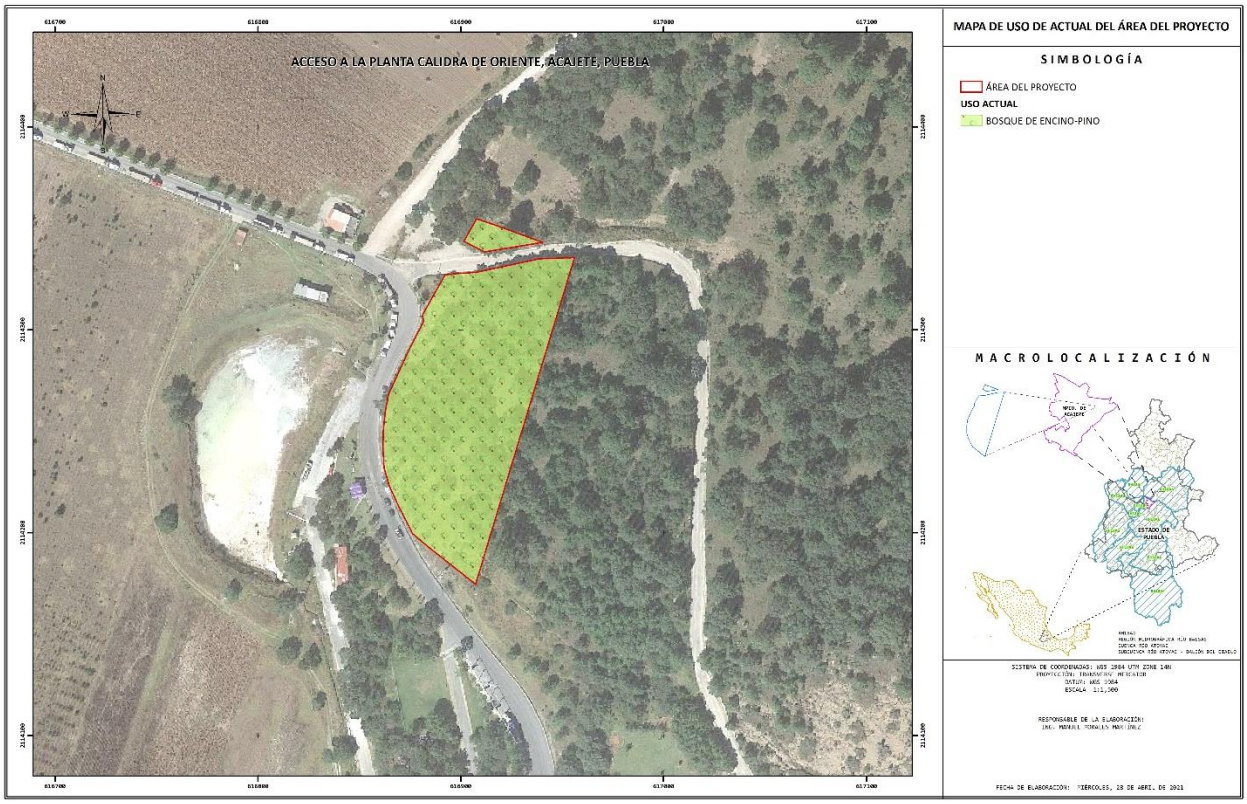


Figura II.7. Uso de suelo actual en el Área del Proyecto.

Imagen II.1. Condiciones del bosque de encino-pino del área superior.

Imagen II.2. Condiciones del bosque de encino-pino del área media.

Imagen II.3. Condiciones del bosque de encino-pino 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 (hectáreas)	**Tipo de clima**	**Viento**	**Fisiografía**	**Geología**	**Edafología**	**Hidrografía**	**Tipos de vegetación**
PROYECTO	0.9135	C(w2)(w)	Velocidad del viento: Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	Forma parte de la provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	Ts (Igei)	Th+To/2/L	RH18- Río Balsas, Cuenca "A" Rio Atoyac	Bosque de encino-pino
	Superficie total del área de cambio de uso de suelo.	C(w2)(w): Templado subhúmedo.			Ts (Igei). Clase ígnea extrusiva, tipo ígnea extrusiva básica.	Suelo predominante andosol húmico, con tipo de textura media.		Algunas de las especies vegetales encontradas en el AP son: *Juniperus deppeana, Pinus pseudostrobus var. apulcensis, Quercus castanea, Rhus standleyi, Mimosa aculeaticarpa, Muhlenbergia distichophylla, Cynodon dactylon, Bouteloua scorpioides, etc...*

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	312.1062	28.1
BOSQUE DE ENCINO-PINO	486.4064	43.7
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	194.0349	17.4
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	119.6831	10.8
TOTAL	**1,112.2306**	**100%**

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

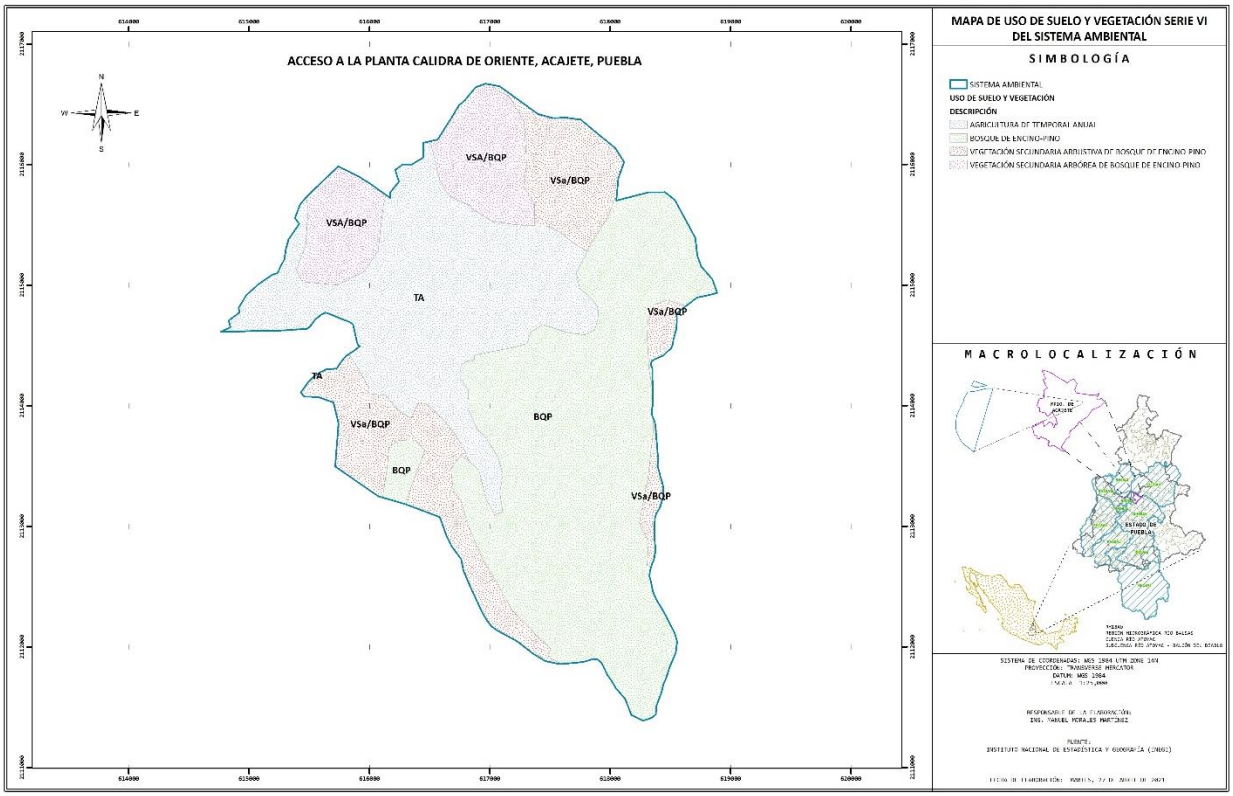


Figura II.8. Tipos de vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental (INEGI).

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	268.2580	24.12
ASENTAMIENTO HUMANO	1.4151	0.13
CAMINO	5.8594	0.53
CUERPO DE AGUA	1.6768	0.15
FORESTAL	775.7184	69.74
MINA	58.4315	5.25
SIN VEGETACIÓN APARENTE	0.8714	0.08
TOTAL	**1,112.2306**	**100**

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

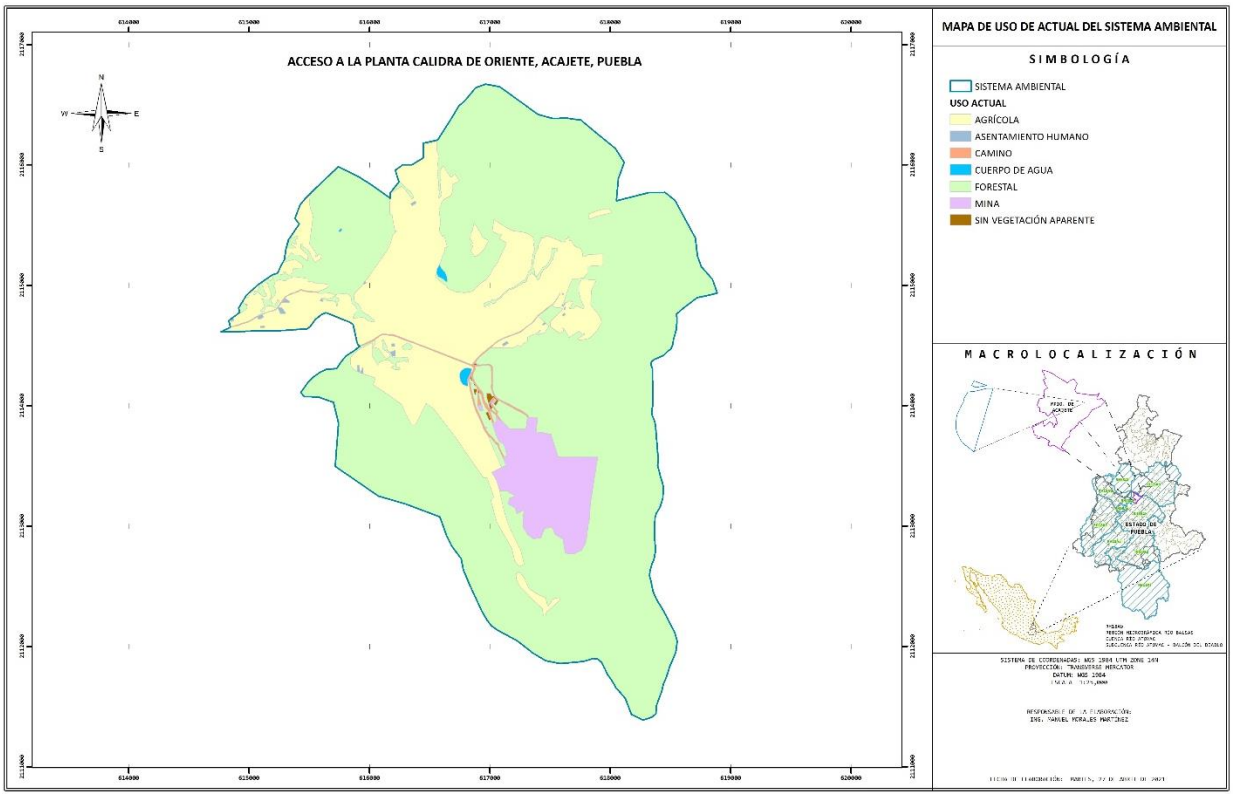


Figura II.9. Vegetación y usos actuales del suelo del Sistema Ambiental.

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 (%)
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	1.3132	86.19
BOSQUE DE ENCINO-PINO	8.1963	13.81
TOTAL	**9.5095**	**100%**

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

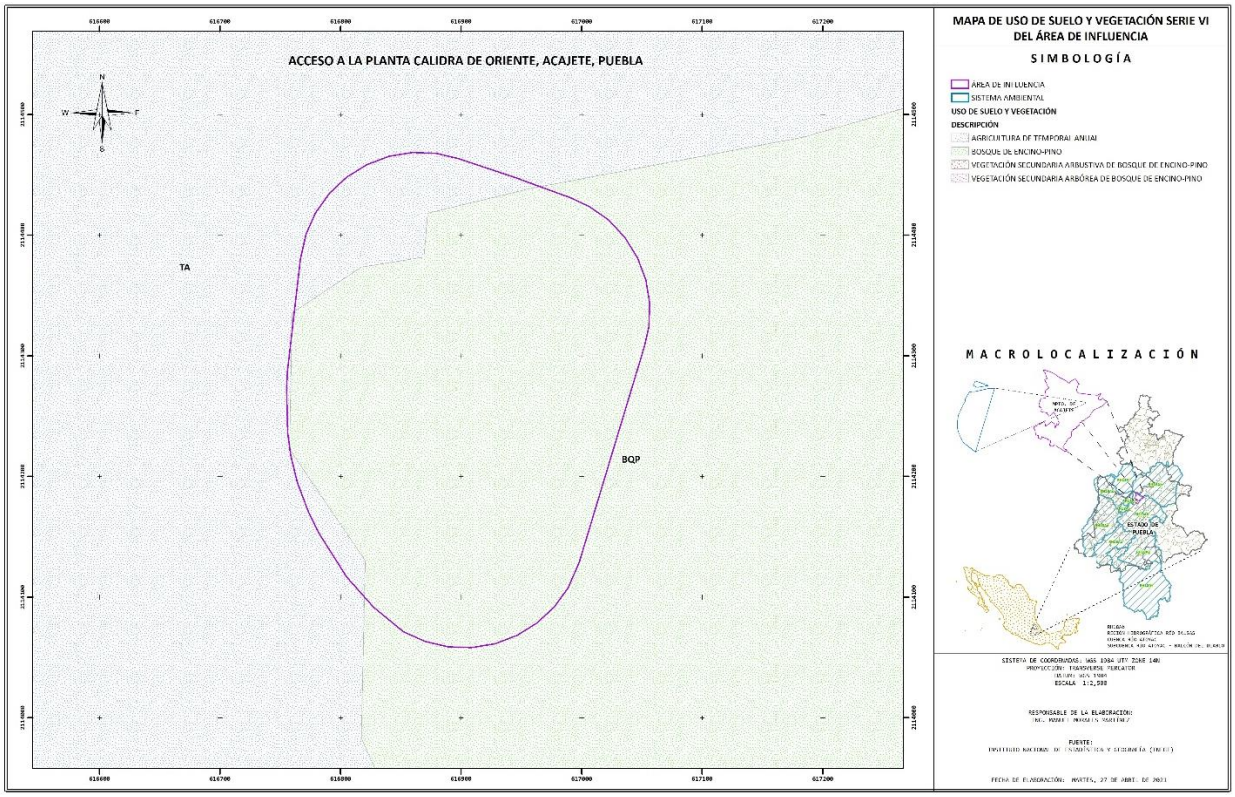


Figura II.10. Tipo de vegetación y uso de suelo del Área de Influencia (INEGI).

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**	**%**
AGRÍCOLA	2.0966	22.05
CAMINO	1.4047	14.77
CUERPO DE AGUA	0.9383	9.87
FORESTAL	4.7926	50.40
MINA	0.0254	0.27
SIN VEGETACIÓN APARENTE	0.2518	2.65
TOTAL	**9.5094**	**100**

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

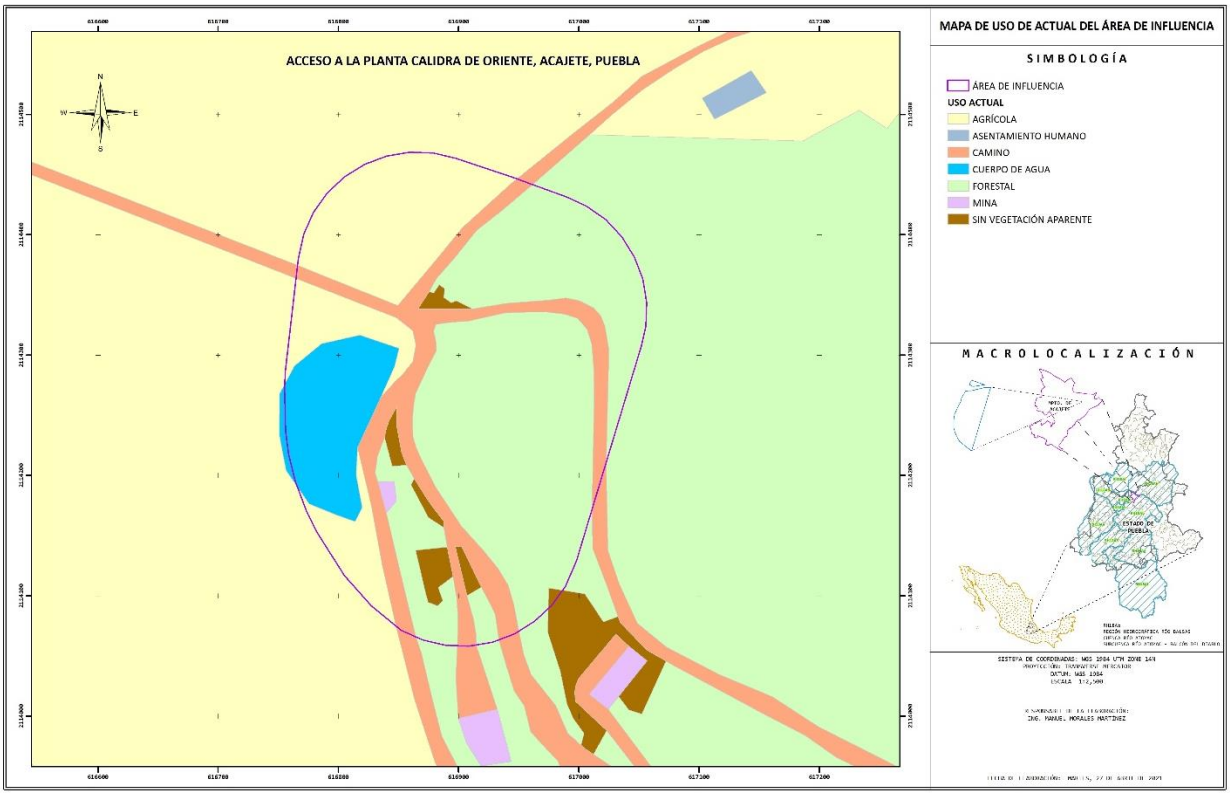


Figura II.11. Vegetación y usos actuales del suelo del Área de Influencia.

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**	**%**
AGRÍCOLA	268.2580	24.12	2.0966	22.05		
ASENTAMIENTO HUMANO	1.4151	0.13	-	-		
CAMINO	5.8594	0.53	1.4047	14.77		
CUERPO DE AGUA	1.6768	0.15	0.9383	9.87		
FORESTAL	775.7184	69.74	4.7926	50.40	0.9135	100
MINA	58.4315	5.25	0.0254	0.27		
SIN VEGETACIÓN APARENTE	0.8714	0.08	0.2518	2.65		
TOTAL	**1,112.2306**	**100**	**9.5094**	**100**	**0.9135**	**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 0.11%; 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.

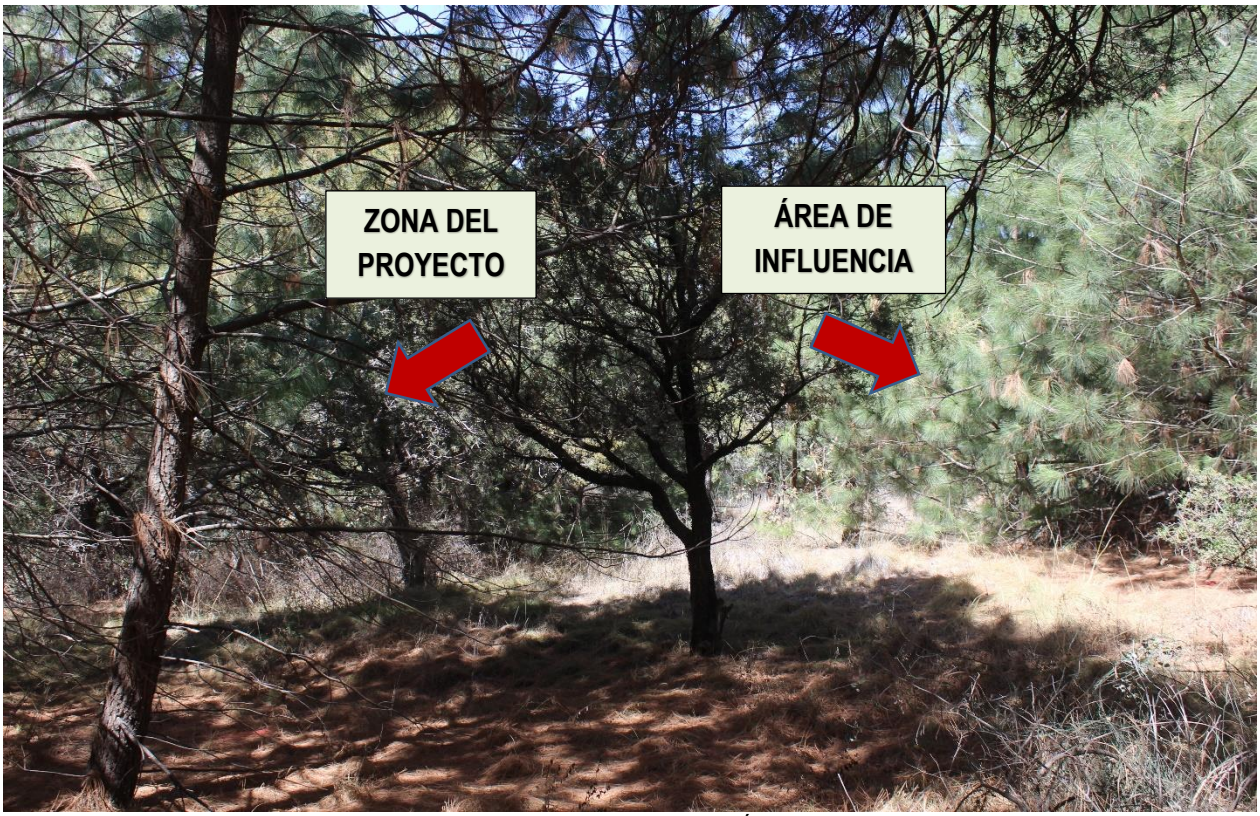


Imagen II.5. Zona forestal colindante del Área del Proyecto.

Imagen II.6. Zona forestal colindante del Área del Proyecto.

Agrícola. – Las áreas agrícolas se encuentran tanto en el AI como en el SA. Son extensiones de tierra aptas para realizar la siembra de cultivos. La agricultura es el conjunto de actividades económicas y técnicas relacionadas con el tratamiento del suelo y el cultivo de la tierra, cuya finalidad de ésta es obtener productos vegetales (maíz y avena), para la alimentación de la población y el ganado. La superficie se caracteriza por presentar un suelo de tipo andosol y cambisol y un rango de pendiente de 8 - 30%.

Imagen II.7. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental.

Imagen II.8. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental.

Imagen II.9. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental.

Imagen II.10. Condiciones del área agrícola en el Sistema Ambiental.

Asentamientos humanos. – Se refiere a una superficie de 1.4151 ha de asentamientos humanos que corresponden al 0.13% 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.11. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental.

Imagen II.12. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental.

Imagen II.13. Condiciones de asentamientos humanos en el Sistema Ambiental.

Imagen II.14. 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 a la mina de cal cercana: un camino de tipo asfalto con longitud de 1,635.90 m y otro de 522.92 m de tipo terracería, ambos, no requieren de rehabilitación o ser acondicionados, puesto que ya están en funcionamiento continuo, y se encuentran en condiciones óptimas como lo muestran las siguientes imágenes.

Imagen II.15. Condiciones del camino tipo asfalto dentro de la mina.

Imagen II.16. Condiciones del camino tipo asfalto cercano al Área del Proyecto.

Imagen II.17. Condiciones del camino tipo terracería dentro de la mina.

Imagen II.18. Condiciones del camino tipo terracería cercano al Área del Proyecto.

Cuerpos de agua. – Los cuerpos de agua se encuentran tanto en el AI como en el SA y tienen características de presas así como pequeños escurrimientos.

Imagen II.19. Condiciones del cuerpo de agua 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 775.7184 ha, representando un porcentaje de 69.74% de su superficie total. La vegetación presente según la serie VI de INEGI es secundaria arbustiva de bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino. De acuerdo a los recorridos por las áreas, las especies que predominan son: en el estrato arbóreo, *Arbutus xalapensis, Buddleja cordata, Ceanothus caeruleus, Quercus microphylla, Quercus desertícola y Quercus glabrescens*; en el arbustivo, *Asclepias linaria, Baccharis conferta, Lamourouxia dasyantha, Loeselia mexicana y Perymenium discolor; en el* herbáceo, *Castilleja tenuiflora, Cynodon dactylon, Dalea versicolor y Daucus montanus; y en epífitas y/o cactáceas, Mammillaria haageana, Opuntia huajuapensis y Opuntia streptacantha.*

Imagen II.20. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental.

Imagen II.21. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental.

Imagen II.22. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental.

Imagen II.23. Condiciones de la zona forestal en el Sistema Ambiental.

Mina. - Dentro del AI como del SA existe un área destinada para la mina, la cual comprende una superficie de 58.4315 ha; esta área comprende varios elementos, como los son: áreas de extracción de piedra caliza, área de producción (planta), área verde, caminos de acarreo (internos) y área de construcción (comedores, sanitarios, módulo de oficinas, sala audiovisual, caseta de vigilancia, estacionamientos, almacenes, etc.). A continuación, se muestran algunas imágenes de estas áreas.

Imagen II.24. Área de extracción de la mina.

Imagen II.25. Condiciones internas de la mina.

Imagen II.26. Área de comedor.

Imagen II.27. Área de estacionamiento.

Imagen II.28. Condiciones externas de la zona de mina.

Imagen II.29. Condiciones externas de la zona de mina.

Imagen II.30. Condiciones del almacén de residuos.

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) y a la Síntesis de Información Geográfica Estatal de Puebla; 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	1,112.2306	**C(w2)(w):** Templado subhúmedo	Velocidad del viento: **Zona A**, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	Forma parte de la provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac	**Q(Vc)** Clase sedimentaria, tipo volcanoclástico de la Era del Cenozoico	**Be+Je+Hc/1** Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura gruesa	RH18 - Río Balsas Cuenca "A" Rio Atoyac	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino
					Ki(cz) Clase sedimentaria, tipo caliza de la Era del Mesozoico	**Th+To/2/L** Suelo predominante andosol húmico, con tipo de textura media		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino
					Ts(Igei) Clase ígnea			Bosque de encino-pino

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE CLIMA	VIENTO	FISIOGRAFÍA	GEOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROGRAFÍA	TIPOS DE VEGETACIÓN
ÁREA DE INFLUENCIA	9.5094				extrusiva, tipo ígnea extrusiva básica de la Era del Cenozoico			
ÁREA DEL PROYECTO	0.9135 ha Correspondientes a superficie forestal							Algunas de las especies vegetales encontradas en el AP son: *Juniperus deppeana, Pinus pseudostrobus var. apulcensis, Quercus castanea, Rhus standleyi, Mimosa aculeaticarpa, Muhlenbergia distichophylla, Cynodon dactylon, Bouteloua scorpioides, etc...*

De acuerdo a los recorridos de campo, en las áreas colindantes, 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.

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).

c) Áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad respecto al Área del Proyecto y a sus áreas colindantes.

Tanto el AP como las zonas aledañas (AI y SA), no se encuentran dentro de las áreas de importancia ambiental para la conservación de la biodiversidad que se presentan en seguida:

- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)
- Áreas Naturales Protegidas (ANP)
- Corredores biológicos
- Ecorregiones marinas de América del Norte
- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
- Sitios RAMSAR

Por lo tanto, las áreas de importancia ambiental para la conservación de la biodiversidad en las que sí se encuentran dentro son:

- *Ecorregión terrestre de México en el nivel 4 la cual lleva por nombre Lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos con el numeral 13.4.2.2.*
- *Se encuentra localizada una parte de la superficie del SA dentro de una RHP, la cual lleva por nombre Cuenca Oriental.*

Es importante mencionar que no se encuentra ninguna condición restrictiva para llevar a cabo el proyecto; sin embargo, para evitar el incremento en la problemática ambiental a las áreas aledañas, se realizarán

acciones enfocadas a la conservación y de esta manera evitar la afectación al ambiente en la medida de lo posible (ver Capítulo VI).

II.2. USO DE SUELO PROPUESTO.

El cambio de uso de suelo del proyecto tiene la finalidad de la construcción de un acceso a la mina de cal de la empresa "Calidra de Oriente"; dicho acceso consiste en la instalación de dos carriles con básculas para pesar las unidades de carga en la entrada y salida, esto, con el fin de agilizar la atención al cliente. Junto con los carriles, se prevé la construcción de caseta de básculas, y caseta de vigilancia y recepción para atender a todo el personal que ingrese a la planta. Se contará también con accesos para vehículos particulares para personal de la planta y visitantes. Por otro lado, también se construirá un estacionamiento para proveedores y visitantes, así como un patio de maniobras para los vehículos de transporte pesado.

La caseta de básculas contará con un área de pantallas para el monitoreo y pesaje de las unidades, así como cocineta, baño y vestidores.

La caseta de vigilancia y recepción contará con sala de espera, sala de video, dos salas de juntas, baños, cocineta, vestidor, site, arcos detectores de metal, etc.

A continuación, se muestra la clasificación de áreas del uso propuesto para el AP:

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

COMPONENTE	SUPERFICIE
ANDADOR	0.0418
BASCULA	0.0242
CANAL DE DESAGUE	0.0048
CASETA	0.0032
ESTACIONAMIENTO	0.0203
JARDÍN	0.0716
JARDÍN EN TALUD	0.4375
JARDINERA	0.0152
OFICINAS	0.0362
PLANTA TRATADORA	0.0034
TERRAZA	0.0067
VIALIDAD	0.2486
TOTAL	**0.9135**

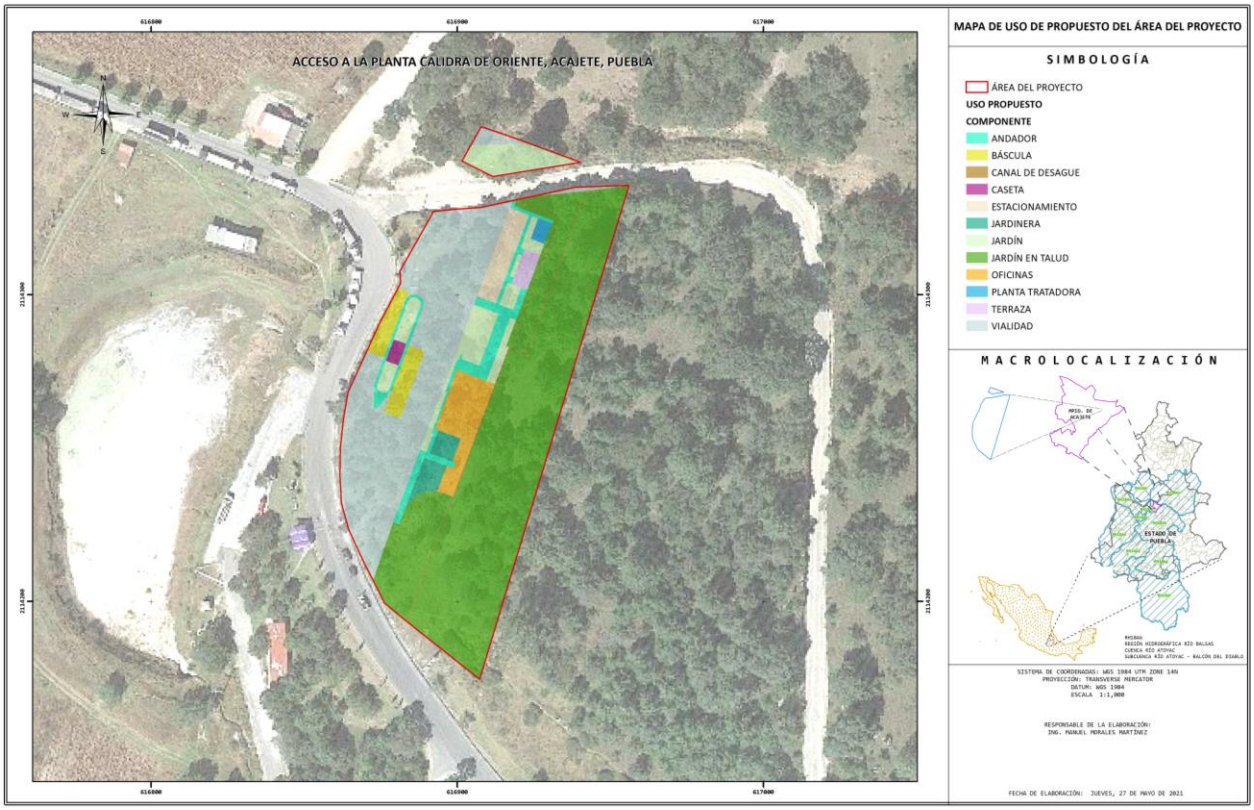


Figura II.12. Uso de suelo propuesto del Área del Proyecto.

II.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El proyecto, corresponde al cambio de uso de suelo para la construcción de un acceso, 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 orgánico
	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 1.5 años (18 meses) que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas, despalme y transporte del material orgánico).

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, la elaboración y mantenimiento de las obras de conservación de suelos (terrazas individuales), acomodo de material vegetal muerto, entre otras.

Es importante recalcar que la actividad a evaluar es el cambio de uso de suelo en la construcción del acceso, 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 seis meses después del cambio y con un duración de 3 años.

Cuadro II.13. Cronograma de actividades.

Actividad	Cambio de uso de suelo del proyecto en años y meses																								Actividades de mantenimiento a las medidas propuestas					
	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	MESES																		SEMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	1	2	1	2
Actividades del cambio de uso de suelo																														
Delimitación del área del proyecto	X																													
Desmonte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Extracción de materias primas provenientes del desmonte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Despalme					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Transporte de material orgánico proveniente del despalme					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo																														
Rescate y reubicación de flora silvestre con o sin estatus NOM-059	X	X	X	X	X																									
Realización de terrazas individuales	X	X	X	X	X																									
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna silvestre con o sin estatus NOM-059	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Pláticas de concientización ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Colocación de letreros preventivos	X								X																					
Colocación de contenedores de residuos sólidos	X								X																					
Rescate de material orgánico										X	X	X	X																	
Resguardo o colocación del material orgánico														X	X	X	X	X												
Humedecimiento de las áreas de trabajo										X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Reforestación con especies nativas														X	X	X	X	X												
Acomodo del material vegetal muerto (AMVM)														X	X	X	X	X												
Mantenimiento de la maquinaria y equipo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Resguardo de la maquinaria						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Orden en el área de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Seguimiento de las especies rescatadas (flora)								X			X			X				X							X					

Actividad	Cambio de uso de suelo del proyecto en años y meses																								Actividades de mantenimiento a las medidas propuestas					
	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	MESES																								SEMESTRES					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	1	2	1	2
Monitoreo de las especies de fauna silvestre																										X		X		X
Replantación del 40% (Reforestación)																										X				
Seguimiento de AMVM																													X	
Mantenimiento de la reforestación																										X		X		X

II.3.2. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

El área donde se encuentra el proyecto no es en una zona urbana, sin embargo, se encuentra relativamente cerca de la comunidad de Santa Isabel Tepetzala y el municipio de Acajete.

Dentro del predio que alberga el proyecto (planta procesadora de cal) se cuenta con la disponibilidad de servicios y obras públicos, como lo son, vías de acceso, servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje; sin embargo, no serán necesarios todos los servicios u obras para el desarrollo del proyecto, ya que para la presente etapa del proyecto sólo se realizará el cambio de uso de suelo.

Cabe señalar que dentro del predio que alberga el proyecto también existen instalaciones por lo que se considera por ejemplo que se pueden realizar actividades de almacenaje de herramienta o material que sea utilizado durante el desarrollo del cambio de uso de suelo.

De acuerdo a los párrafos anteriores, es importante aclarar que **no se requiere de la construcción de ningún tipo de infraestructura complementaria o adicional para el desarrollo del proyecto y que las obras descritas en este apartado no forman parte de la superficie del proyecto**, ya que se consideran como obras ya construidas en la superficie de la mina pero es necesario mencionarlas como parte del buen funcionamiento de las actividades de cambio de uso de suelo.

Los servicios y obras que serán necesarios durante el desarrollo del proyecto serán los siguientes:

Vías de acceso.

Para la implementación del proyecto no es requerida la apertura de nuevas vías de acceso, ya que como se ha mencionado, la planta procesadora ya cuenta con vías de comunicación.

Las vías internas y externas que existen en la planta procesadora no requieren de rehabilitación o ser acondicionadas, puesto que ya están en funcionamiento continuo, y se encuentran en condiciones óptimas, por lo tanto, no es necesario derribar vegetación. Además, la ubicación del proyecto respecto a dicha planta es justo en la entrada y se tienen carreteras en buenas condiciones.

A continuación, se presentan: longitud, ancho, coordenadas, y el plano de ubicación de las vías de acceso, conformadas por tres tramos.

Cuadro II.14. Medidas de cada uno de los tramos viales.

TRAMO	TIPO	ANCHO PROMEDIO(M)	LONGITUD (M)
1	Asfalto	10.00	1,027.17
2	Asfalto	10.00	608.73
3	Terracería	10.00	522.92

Como se muestra en el cuadro anterior, dos de ellos son de asfalto; éste es un mineral resultado de diversos componentes, mezclados con arena, es líquido, viscoso y color gris oscuro, además de que es impermeable. El resto es de terracería, el cual se encuentra a nivel del suelo y no cuenta con ningún revestimiento.

Cuadro II.15. Coordenadas lineales de los tramos viales.

NO	TIPO	VERTICE	X	Y
1	ASFALTO	1	617028.92	2113857.28
1	ASFALTO	2	616991.15	2113964.69

NO	TIPO	VERTICE	X	Y
1	ASFALTO	3	616976.95	2113991.16
1	ASFALTO	4	616963.81	2114010.25

NO	TIPO	VERTICE	X	Y
1	ASFALTO	5	616954.56	2114024.09
1	ASFALTO	6	616949.11	2114047.06
1	ASFALTO	7	616943.64	2114072.90
1	ASFALTO	8	616936.25	2114098.25
1	ASFALTO	9	616928.42	2114116.89
1	ASFALTO	10	616902.85	2114149.06
1	ASFALTO	11	616879.99	2114181.03
1	ASFALTO	12	616866.83	2114203.47
1	ASFALTO	13	616861.43	2114217.81
1	ASFALTO	14	616857.01	2114231.68
1	ASFALTO	15	616854.96	2114250.36
1	ASFALTO	16	616859.18	2114269.07
1	ASFALTO	17	616871.55	2114295.03
1	ASFALTO	18	616874.84	2114307.51
1	ASFALTO	19	616872.35	2114320.44
1	ASFALTO	20	616866.52	2114328.07
1	ASFALTO	21	616837.98	2114341.79
1	ASFALTO	22	616790.62	2114359.22
1	ASFALTO	23	616394.08	2114514.83
2	ASFALTO	1	616866.82	2114327.57
2	ASFALTO	2	616885.49	2114329.51
2	ASFALTO	3	616914.88	2114334.28
2	ASFALTO	4	616958.10	2114340.86
2	ASFALTO	5	616982.32	2114340.44
2	ASFALTO	6	616996.77	2114336.52
2	ASFALTO	7	617010.09	2114328.01
2	ASFALTO	8	617015.92	2114317.72
2	ASFALTO	9	617018.93	2114298.25
2	ASFALTO	10	617016.39	2114153.18
2	ASFALTO	11	617018.21	2114140.01
2	ASFALTO	12	617021.78	2114122.26
2	ASFALTO	13	617028.33	2114102.15
2	ASFALTO	14	617037.60	2114083.37
2	ASFALTO	15	617045.75	2114071.96
2	ASFALTO	16	617058.51	2114060.57
2	ASFALTO	17	617080.51	2114046.34
2	ASFALTO	18	617195.67	2113985.72
2	ASFALTO	19	617216.48	2113974.01
3	TERRACERÍA	1	616852.25	2114334.93
3	TERRACERÍA	2	616907.83	2114404.24

NO	TIPO	VERTICE	X	Y
3	TERRACERÍA	3	617055.19	2114528.09
3	TERRACERÍA	4	617104.00	2114556.00
3	TERRACERÍA	5	617138.66	2114571.75
3	TERRACERÍA	6	617195.28	2114590.27
3	TERRACERÍA	7	617252.96	2114614.74
3	TERRACERÍA	8	617273.51	2114629.07

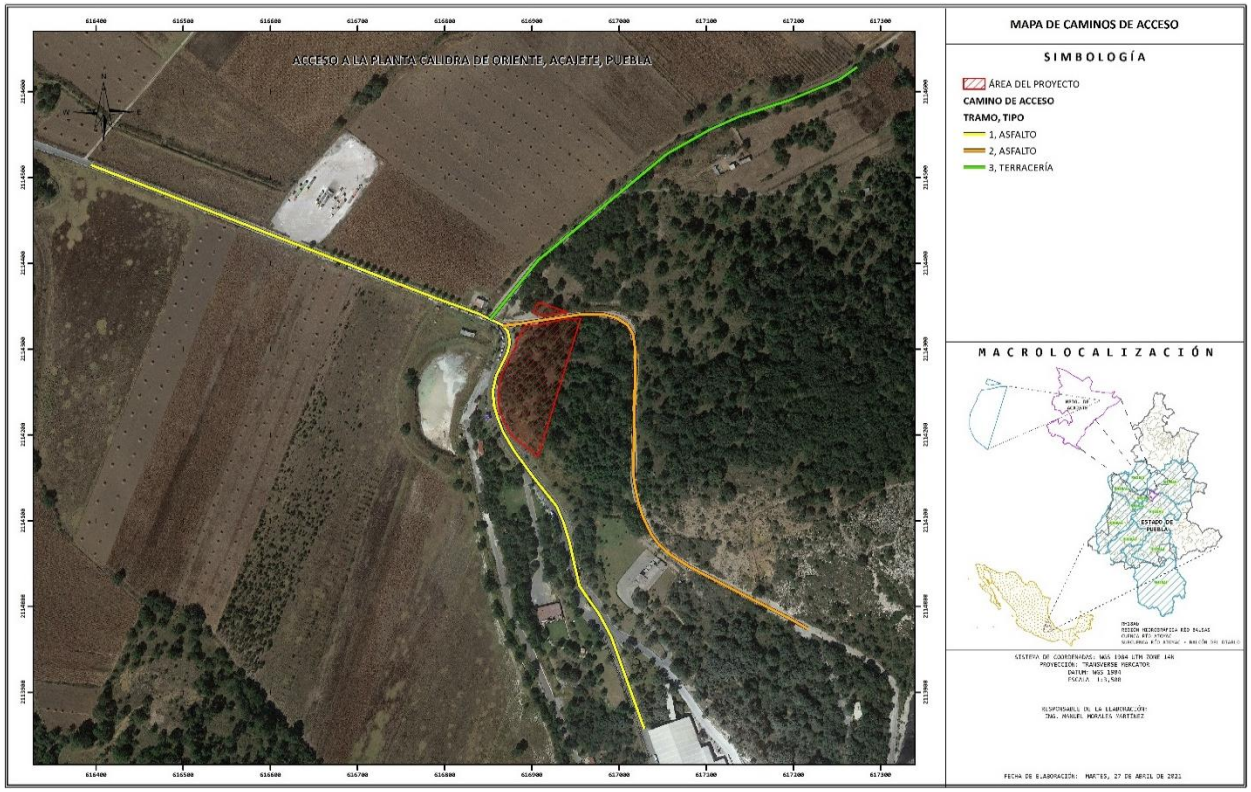


Figura II.13. Mapa de ubicación de las vías de acceso del Área del Proyecto (longitud).

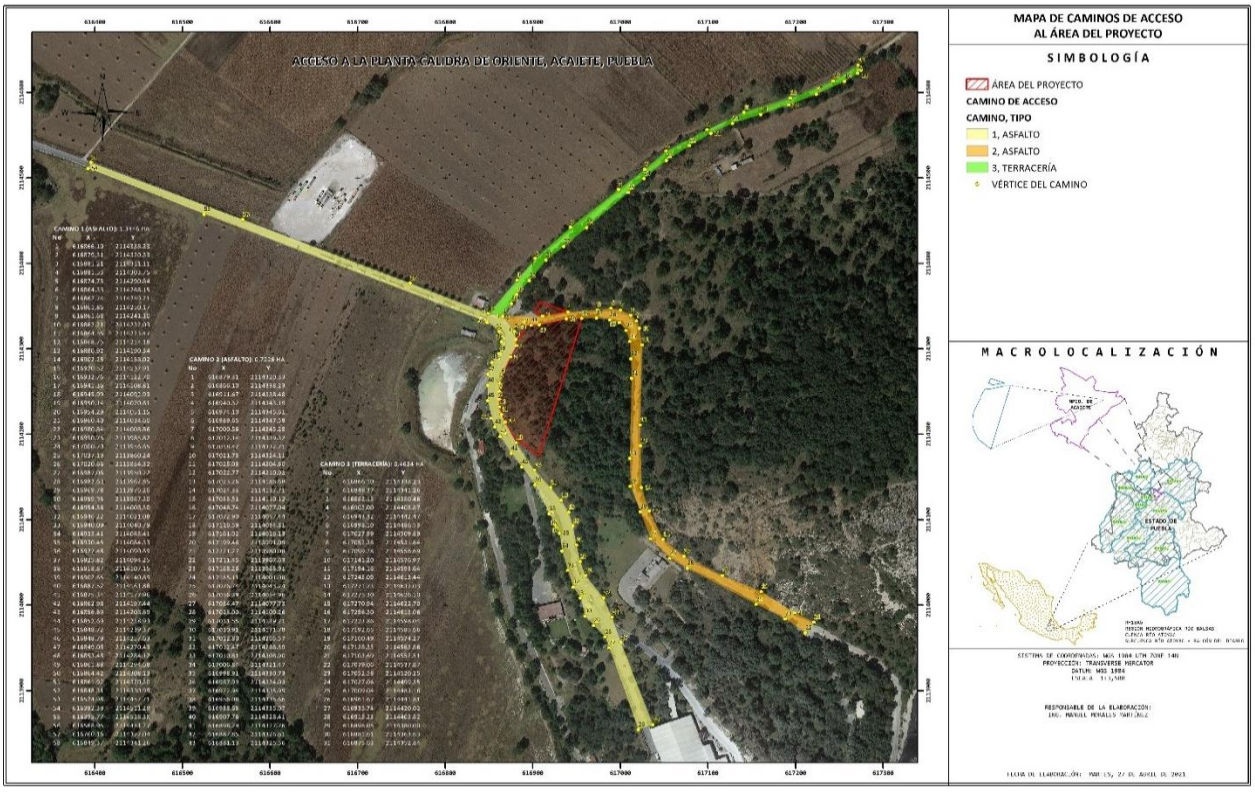


Figura II.14. Mapa de ubicación de las vías de acceso del Área del Proyecto (ancho).

Para mostrar un panorama de las condiciones en las que se encuentran éstas, se presentan imágenes de ellas.

Imagen II.31. Condición del camino de asfalto 1 cercano al Área del Proyecto.

Imagen II.32. Condición del camino de asfalto 1 hacia el Área del Proyecto.

Imagen II.33. Condición del camino de asfalto 1 hacia el Área del Proyecto.

Imagen II.34. Condición del camino de asfalto 1 hacia el Área del Proyecto.

Imagen II.35. Condición del camino de asfalto 2 cercano al Área del Proyecto.

Imagen II.36. Condición del camino de asfalto 2 hacia el Área del Proyecto.

Imagen II.37. Condición del camino de terracería cercano al Área del Proyecto.

Imagen II.38. Condición del camino de terracería cercano al Área del Proyecto.

Almacén.

Dentro de la mina ya existe un área que se ocupará como almacén de resguardo de herramienta e insumos que pudieran necesitarse.

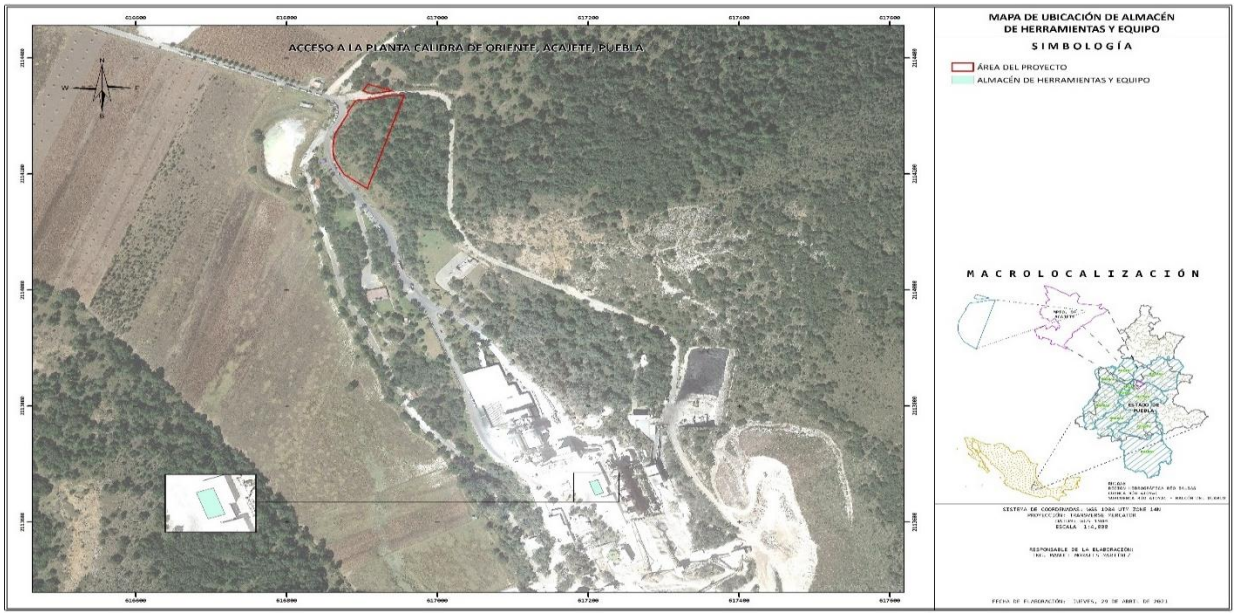


Figura II.15. Ubicación de almacén.

Baños.

Ya existen instalaciones de sanitarios en la mina, los cuales, pueden ser ocupados por el personal del proyecto.

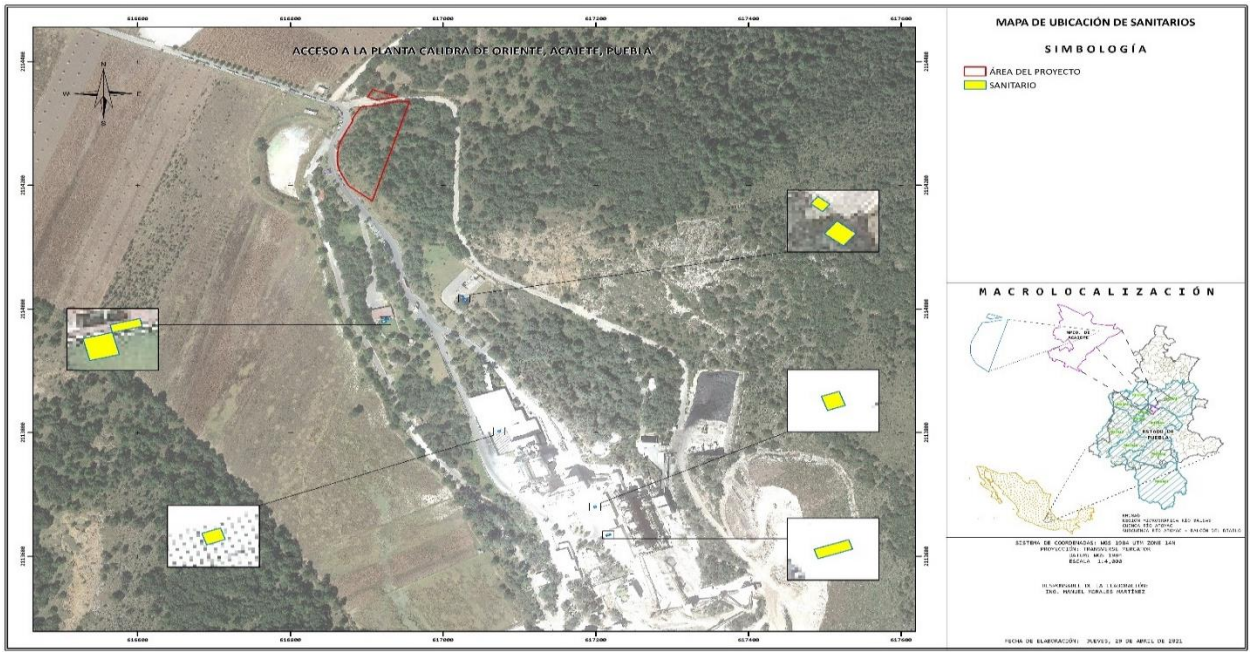


Figura II.16. Ubicación de baños.

Servicio de recolección de basura.

Se requerirá el uso del servicio de recolección de los centros de población cercanos al proyecto, para realizar la entrega de los residuos sólidos urbanos generados en el AP, sin embargo, temporalmente se resguardarán en el almacén de residuos sólidos de la planta procesadora.

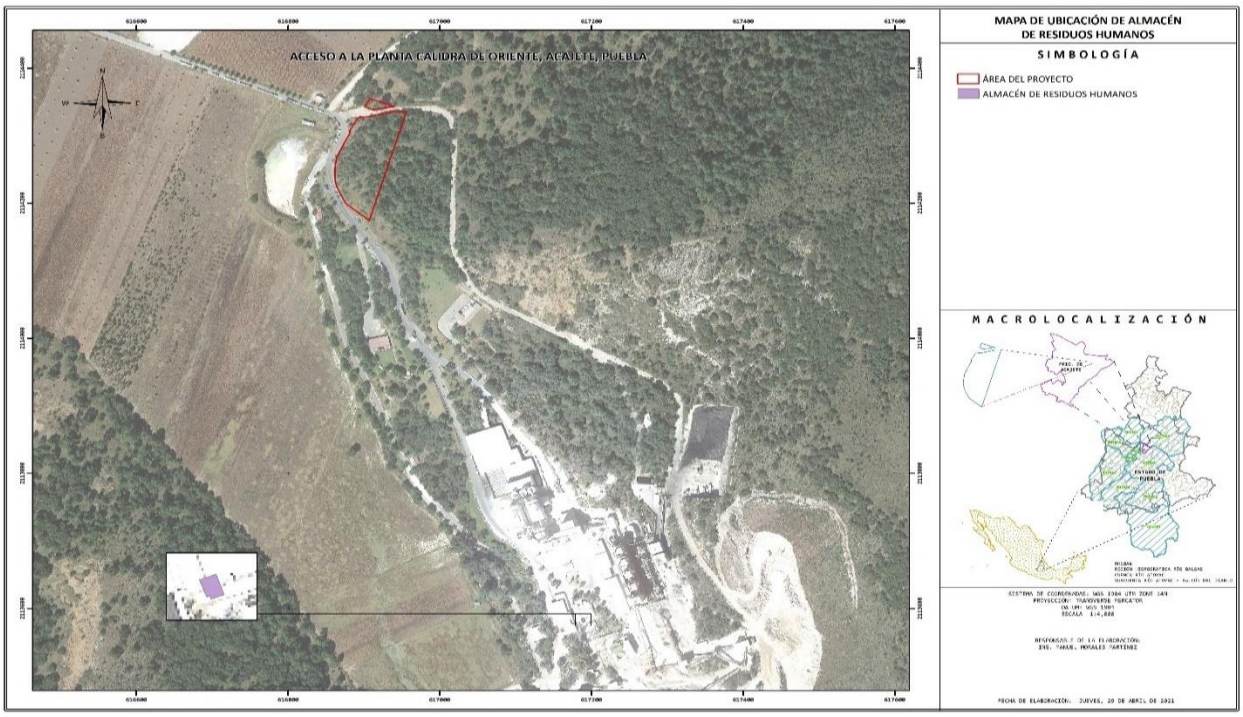


Figura II.17. Ubicación de los contenedores de residuos sólidos.

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.39. 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 14. 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.16. Número de individuos a rescatar y reubicar.

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR SIN ESTATUS							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL DE INDIVIDUOS**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	69	100%	69
2	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	2	100%	2
3	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	22	100%	22
TOTAL					**93**		**93**

Estas actividades se realizarán de acuerdo a las especificaciones mostradas en el programa que se muestra en los anexos del Capítulo VIII / ANEXO 13. 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.40. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado.

Imagen II.41. 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.42. 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 encino-pino.

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 300 m^2 con un de radio de 9.77 metros para el estrato arbóreo y que representan una intensidad de muestreo de 3.03%, para una superficie de 0.9135 hectáreas. Dentro del sitio de 300 m^2, se estableció un sub-sitio de 100 m^2 para el estrato arbustivo, con un radio de 5.64 metros donde se mide y registra la frecuencia de cada especie; lo anterior, tomando en cuenta la forma de vida de los arbustos: planta perenne, con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de 3 metros de altura[1]. También dentro del sitio de 300 m^2, se establecieron sitios de 1m^2 de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal[2], donde se midieron y consignaron las plantas herbáceas.
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 porcentaje (considerando 20% para *Pinus* y *Nolina* y 30% para *Juniperus*, *Quercus* y otras hojosas) al volumen obtenido de la tabla de volumen para compensar la presencia de las ramas.

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 al azar,** dicho modelo hace énfasis en que cada punto de territorio tiene la misma probabilidad de ser muestreado, sin estar condicionada por puntos anteriores. A continuación, se describe el modelo que se utilizó para tomar la información en campo.

MUESTREO AL AZAR

El concepto básico de todo muestreo es el de la muestra al azar. Una muestra de objetos de una población se llama al azar cuando todos los miembros de la población tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra. Es muy importante insistir en que esto es igualmente válido para todos los miembros de la población, tanto para los raros como para los típicos.

Las ventajas que tiene este procedimiento de muestreo son las siguientes:

[1] Pérez-Rodríguez, P. M. 2013. Determinación botánica (Con énfasis en familias de árboles). Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo. p. 47.
[2] Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo: Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

- Sencillo y de fácil comprensión.
- Cálculo rápido de medias y varianzas.

Por otra parte, las desventajas de este procedimiento de muestreo son:

- Requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población.
- Si trabajamos con muestras pequeñas, es posible que no representen a la población adecuadamente.

Garantiza que todos los individuos que componen la población tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio "x" es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que integran forman parte de la población[i].

El diseño del muestreo empleado específico fue 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[3], 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.

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 midieron en sitios con un radio de 9.77 m (300 m^2)
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)

[3] http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

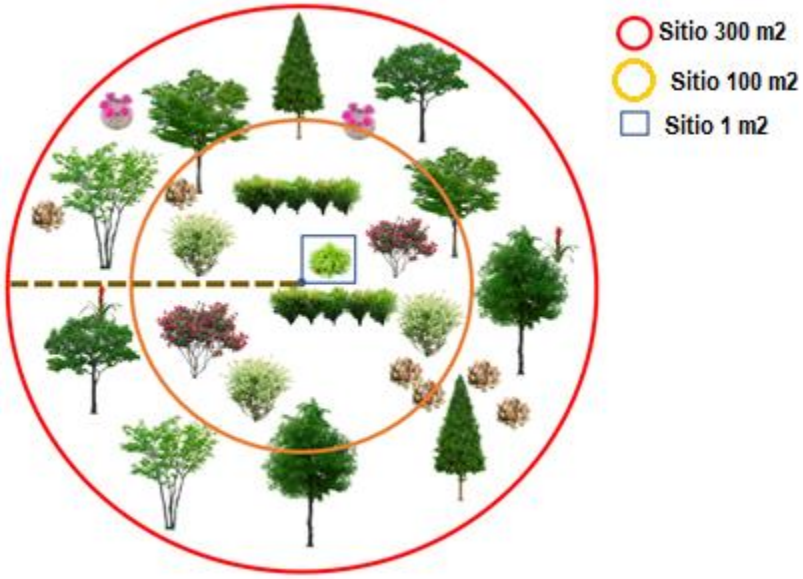


Figura II.18. Ejemplo de muestreo para el Área del Proyecto.

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[ii]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[iii]).

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:

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

Donde:

S = Desviación estándar
$\bar{x}$ = Promedio

Determinación del tamaño de muestra

Cuadro II.17. Determinación del tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino-pino	1	10
Bosque de encino-pino	2	9
Bosque de encino-pino	3	10
Promedio (ẋ)		10
VARIANZA		0
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		0.5774
Coeficiente de variación (CV)		5.9726
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		20
N=		30
Total de sitios 95% (n=)		**2**

De acuerdo con la superficie total del AP en terrenos forestales para el tipo de vegetación de bosque de encino-pino (0.9135 ha), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 30, considerando que cada unidad maestral tuvo una superficie de 300 m².

Cuadro II.18. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	Superficie de CUSTF		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
BEP	0.9135	9,135.00	300	30

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:

$$n = \frac{4.3030^2 * 5.9726^2}{20^2 + \frac{4.3030^2 * 5.9726^2}{30}} = \mathbf{2}$$

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

Intensidad de 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 5%, para el tipo de vegetación de bosque encino-pino se levantaron 3 sitios en una superficie de 0.09 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población. Aunado a lo anterior significa una intensidad de muestreo de 9.9% a nivel proyecto.

Cuadro II.19. Intensidad de muestreo.

IM		
HA	M^2	%
0.9135	9,135	100
0.09	900	**9.9**

De forma adicional y, con la finalidad de corroborar que el muestreo realizado fue suficiente, se optó por construir la curva de acumulación de especies a partir de los resultados obtenidos que se encuentra más detallada en el Capítulo IV de la presente manifestación.

Se anexa la memoria de cálculo del tamaño de muestra del AP (ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), CAPITULO IV, ANEXO IV.C. TAMAÑO_MUESTRA_UA).

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 300 m^2, con un de radio de 9.77 m para el estrato arbóreo y con una superficie total de cambio de 0.9135 ha. Dentro del sitio de 300 m^2, se estableció un subsitio de 100 m^2 para el estrato arbustivo, con un radio de 5.64 metros donde se mide y registra la frecuencia de cada

especie; tomando en cuenta la forma de vida de los arbustos, planta perenne con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de 3 metros de altura[4]. Asimismo, se establecieron sitios de 1 m^2, de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal[5], donde se midieron y consignaron las plantas herbáceas. Se levantaron en total 3 sitios en el área de cambio de uso.

4. Medición de las variables dasométricas en el sitio de 300 m^2 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 y 30% 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 de 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:

Cuadro II.20. Modelos para el cálculo de volumen.

Modelos para el cálculo del volumen	
Pino 2 (Pinus pseudostrobus)	Vol=Ep (-9.63495649+1.86670523 Log (DN)+0.99551381 Log (HT))
Cupressus	Vol=Exp (-10.13480453+1.96960849 Log (DN)+1.01643160 Log (HT))
Encino-Otras hojosas	Vol=Exp (-9.69246238+1.92883177 Log (DN)+0.90538711 Log (HT))

CÁLCULO DE VOLÚMENES.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación del volumen total de las especies maderables por tipo de vegetación y/o condición, así como el volumen por polígono de cambio de uso de suelo:

Cuadro II.21. Volumen a extraer de las Áreas del Proyecto.

SUPERFICIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	ÁREA BASAL (m^2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M^3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M^3 R. T. A.)
0.9135	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	156	142	0.049	2.0	2.5	0.097	0.089
	Juniperus deppeana	Táscate	322	294	15.603	17.5	4.6	89.256	81.535
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	967	883	8.632	7.2	4.0	72.224	65.976
	Quercus castanea	Capulincillo	44	41	0.223	6.8	3.0	0.699	0.638
TOTAL			**1,489**	**1,360**	**24.507**	**-**	**-**	**162.275**	**148.238**

[4] Pérez Rodríguez Patricia M. 2013. Determinación botánica (Con énfasis en familias de árboles). Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo km 38.5 carretera México-Texcoco C.P. 56230. p.47.
[5] Comisión Nacional Forestal. 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo, Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

Una vez determinado el volumen general presente en el AP, se estimó el volumen que se tendría por polígonos de manera independiente, considerando a los propietarios de los polígonos de cambio de uso de suelo.

Cuadro II.22. Volumen total estimado del polígono 1.

MUNICIPIO/LOCALIDAD	PROPIETARIO	NOMBRE DEL PREDIO	TIPO DE VEGETACIÓN	POLÍGONO GENERAL	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M3 V.T.A.)
Acajete	Calidra de Oriente S.A. de C.V.	El lote de terreno número uno de la fracción seis "M" de la Exhacienda de San Martín del Monte La Joya, del municipio de Acajete, perteneciente al distrito judicial de Tepeaca, Puebla.	Bosque de encino-pino	1	1	0.2839	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	156	44	0.097	0.028
							Juniperus deppeana	Táscate	322	91	89.256	25.340
							Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	967	274	72.224	20.504
							Quercus castanea	Capulincillo	44	13	0.699	0.198
TOTAL									**-**	**423**	**-**	**46.070**

Cuadro II.23. Volumen total estimado del polígono 2.

MUNICIPIO/LOCALIDAD	PROPIETARIO	NOMBRE DEL PREDIO	TIPO DE VEGETACIÓN	POLÍGONO GENERAL	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M3 V.T.A.)
Acajete	Calidra de Oriente S.A. de C.V.	Una fracción que se segrega de los lotes dos y tres del lote VI seis-M de la Ex hacienda de San Martín del Monte "La Joya", municipio de Acajete, Puebla.	Bosque de encino-pino	1	2	0.5979	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	156	93	0.097	0.058
							Juniperus deppeana	Táscate	322	193	89.256	53.366
							Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	967	578	72.224	43.182
							Quercus castanea	Capulincillo	44	27	0.699	0.418
TOTAL									**-**	**890**	**-**	**97.024**

Cuadro II.24. Volumen total estimado del polígono 3.

MUNICIPIO/LOCALIDAD	PROPIETARIO	NOMBRE DEL PREDIO	TIPO DE VEGETACIÓN	POLÍGONO GENERAL	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° ÁRBOLES / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOLUMEN TOTAL (M3 V.T.A.)
Acajete	Calidra de Oriente S.A. de C.V.	El lote de terreno número uno de la fracción seis "M" de la Exhacienda de San Martín del Monte La Joya, del municipio de Acajete, perteneciente al distrito judicial de	Bosque de encino-pino	2	3	0.0317	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	156	5	0.097	0.003
							Juniperus deppeana	Táscate	322	10	89.256	2.829
							Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	967	31	72.224	2.289
							Quercus castanea	Capulincillo	44	1	0.699	0.022

		Tepeaca, Puebla.										
TOTAL									**-**	**47**	**-**	**5.144**

Nota: Se anexa cálculo de volumen ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), CAPÍTULO II, ANEXO II.A. CÁLCULO_ VOLUMEN).

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES.

ESTRATO ARBÓREO.

En el siguiente cuadro, se muestran los renuevos del estrato arbóreo encontrados en el proyecto, los cuales no presentan las características necesarias para su cubicación.

Cuadro II.25. Número de individuos de renuevos por especies del estrato arbóreo por hectárea y total.

ÁRBOLES A EXTRAER EN EI ÁREA DEL PROYECTO (RENUEVOS)				
SUPERFICIE	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. ÁRBOLES TOTALES**
0.9135	*Juniperus deppeana*	Táscate	767	700
	Nolina longifolia	Borracho	22	20
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	22	20
	Quercus castanea	Capulincillo	244	223
Total			**1,056**	**964**

ESTRATO ARBUSTIVO.

Cuadro II.26. Número de individuos no maderables por especies del estrato arbustivo por hectárea y total.

ARBUSTOS A EXTRAER EN EI ÁREA DEL PROYECTO							
SUP.	**ID**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
0.9135	1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	200	183
	2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	33	30
	3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	233	213
	4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	33	30
	5	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	267	244
	6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	33	30
	7	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	33	30
	8	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	356	325
	9	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	33	30
	10	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	456	416
	11	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	233	213
Total						**1,911**	**1,746**

ESTRATO HERBÁCEO.

Cuadro II.27. Número de individuos no maderables por especies del estrato herbáceo por hectárea y total.

HIERBAS A EXTRAER EN El ÁREA DEL PROYECTO							
SUP	**ID**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
0.9135	1	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	3,333	3,045
	2	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	23,333	21,315
	3	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	56,667	51,765
Total						**83,333**	**76,125**

- **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 la estimación del material orgánico a remover se tomó en cuenta el área base de la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo (9,135 m^2) y la profundidad aproximada a la que se encuentra el suelo fértil (0.05 m). Tomando como base una figura geométrica rectangular se realiza una multiplicación para hallar el volumen promedio a obtener, cabe destacar que el volumen dependerá del relieve de cada sitio por lo que este puede variar.

$$\boldsymbol{V} = \textit{Área de la base * Altura (profundidad del suelo)}$$

Por lo que:

$$\boldsymbol{V} = 9{,}135\ m^2 * 0.05\ m$$

$$\boldsymbol{V = 456.75\ m^3}$$

Debido a las características del tipo de suelo (Th+To/2/L, Andosol húmico) rico en materia orgánica y sobresalen las texturas; arena, arena migajosa, migajón arenoso, migajón arcillo-arenoso, migajón, migajón limoso y migajón arcilloso, y que de acuerdo al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales[6] se obtuvo una densidad aparente de 1.2 g/cm^3. Por lo que al multiplicar los metros cúbicos obtenidos por la densidad nos da como resultado las toneladas a obtener.

$$\boldsymbol{V} = \textit{Área de la base * Altura (profundidad del suelo)}$$

$$\boldsymbol{V} = \textit{9,135}\ m^2 * \textit{0.05 m/ha * 1.2}$$

$$\boldsymbol{V = 548.10\ Ton.}$$

[6] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2006). "Protección, restauración y conservación de suelos forestales", MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS, (pp. 202-204) CONAFOR. México.

De acuerdo a lo anterior se removerá aproximadamente **548.10 toneladas** de **tierra fértil**, pertenecientes a **0.9135 ha,** propuestas para cambio, considerando una profundidad máxima de 5 cm.

Maquinaria a emplear:

Para remover el suelo fértil, 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:

- Bulldozer, CAT D6, D7 o similar.
- Motoniveladora.
- Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar.
- Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar.

Cuadro II.28. Información de retroexcavadora 416E o excavadora CAT 320 o similar.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Retroexcavadora 416 E (Cantidad 2)	**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 retroexcavadora 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.43. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme.

La disposición final del material resultante del despalme será para restaurar algunas áreas de taludes dentro de la mina de cal.

Actividades posteriores al desmonte y despalme

- **Transporte de material orgánico.**

Se realizará simultáneamente a la etapa de despalme. Los residuos producto del despalme (material fértil e inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible, los cuales, se colocarán con una Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar y se transportarán en camiones volteo con capacidad de 6 a 13 m^3.

Maquinaria a emplear:

- Camión Volcador de 12 o 14 m^3.

Cuadro II.29. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Camión de volteo (Cantidad 3)	**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.44. Ejemplo del transporte de tierra fértil.

- **Almacenamiento de material orgánico.**

El material fértil e inerte, serán dispuestos en el área de almacenamiento ubicada para tal fin, la cual cumple principalmente las siguientes características:

- Estar desprovista de vegetación.
- Superficie que no interfiera con las corrientes superficiales de agua o zonas de recarga de acuíferos.
- Con pendiente ligera.

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 orgánico, 6) Transporte del material orgánico al área destinada y 7) Resguardo y mantenimiento; sin embargo, tal como ya se ha mencionado, existen otras obras de conservación 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 FEDERAL CORRESPONDIENTE MEDIANTE LA PRESENTACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL APLICABLE.

II.4. INVERSIÓN REQUERIDA.

La inversión requerida del proyecto se estima que es de [redacted], como se desglosa a continuación:

Cuadro II.30. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto.

CONCEPTO	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL
Gestión ambiental y restauración*		
Trámites de autorización	[redacted]	
Elaboración de proyectos		
SUBTOTAL		
Actividades del proyecto		
Señalización / Delimitación		
Derribo		
Extracción de materias primas		
Despalme		
SUBTOTAL		
Medidas de mitigación		
Obras de conservación de suelos (Terrazas individuales)		
Mantenimiento de la maquinaria y equipo		
Humedecimiento de las superficies		
Colocación de contenedores para residuos sólidos		
Obras de conservación de suelos (AMVM)		
Programa de rescate y resguardo del material orgánico		
Programa de rescate y reubicación de flora		
Programa de rescate y reubicación de fauna		
Programa de reforestación		
Pláticas de concientización ambiental		
Colocación de carteles preventivos		
SUBTOTAL		
TOTAL		

II.5. 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.31. 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 orgánico	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 fértil obtenido del despalme será almacenado en un área específica destinada para tal fin, desprovista de vegetación y posteriormente será utilizado para la restauración de zonas aledañas.

Cuadro II.32. 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 orgánico	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.33. 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 18 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.34. 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-2006 y la NOM-045-SEMARNAT-2006.

II.6. BIBLIOGRAFÍA.

[i] Otzen T y Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Sampling techniques on a population study. Int. J. Morphol Vol.: 35(1). 227-232 pp.

[ii] 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.

[iii] 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.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 1
III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA 10
III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 11
III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S) 11
III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 12
III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES 14
III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 14
III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO PUEBLA 15
III.3.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SOCIAL SUSTENTABLE DE PUEBLA 17
III.3.4 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE ACAJETE 19
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S) 20
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 21
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 21
III.5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). . 22
III.5.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 05-06-2018. 23
III.5.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) 25
III.5.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 26
III.5.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 27
III.5.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 27
III.5.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 27
III.5.9 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES. 28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental 57 3
Cuadro III.2.Descripción de la Unidad Ambiental 127 3
Cuadro III.3.Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 57). 3
Cuadro III.4.Estrategias de la unidad ambiental 57 en la que se ubica el proyecto. 5

Cuadro III.5.Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 127). 7
Cuadro III.6. Estrategias de la unidad ambiental 127 en la que se ubica el proyecto. 8
Cuadro III.7. Ordenamientos en el Estado de Puebla. 10
Cuadro III.8. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024. 15
Cuadro III.9. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo. 16
Cuadro III.10. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo Angelópolis. 18
Cuadro III.11. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2018 – 2021 de Acajete. 19
Cuadro III.12. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto. 20
Cuadro III.13. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto. 21
Cuadro III.14. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 22
Cuadro III.15. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 24
Cuadro III.16. Vinculación del proyecto con la LGVS. 25
Cuadro III.17. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 26
Cuadro III.18. Vinculación del proyecto con el REIA. 27
Cuadro III.19. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 27
Cuadro III.20. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.10 UAB 127 y 16.10 UAB 57definidas en el POEGT (regional). 2
Figura III.2. Ubicación del Proyecto en la Región Ecológica 18.10 y UAB 127 definidas en el POEGT (local). 2
Figura III.3. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto. 11
Figura III.4. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto. 12
Figura III.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto. 13
Figura III.6. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto. 14
Figura III.7. Ubicación de los sitios Ramsar. 29
Figura III.8. Corredor biológico cercano al área del proyecto. 31

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 dentro de los mismos. Asimismo, el presente proyecto debe estar sujeto a los diferentes lineamientos de cada plan u ordenamiento con validez oficial, el cual se encuentre dentro de los límites permisibles de uso del suelo.

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

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación (SEMARNAT, 2014). De acuerdo al ROE, el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando área de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras cosas, promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF) así como orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas: apoyar la resolución de los conflictos ambientales; así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF. En este sentido, el Ordenamiento Ecológico es una alternativa para la planeación de los asentamientos humanos, el desarrollo sustentable, las actividades productivas; así como del progreso de la sociedad, no perdiendo valor a la protección del ambiente.

El ordenamiento del territorio se considera como una política de Estado y un instrumento de planificación en donde se fijan estrategias dirigidas a las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB`s). El presente proyecto ubicado en el municipio de Acajete, en el estado de Puebla, se encuentra establecido en la Unidad Ambiental Biofísica 127, región 18.1, denominada Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla y la Unidad Ambiental Biofísica 57, región 16.1, denominada Depresión Oriental. Por lo anterior, se describen las características de la misma en el siguiente cuadro y se encuentra representada en las siguientes figuras.

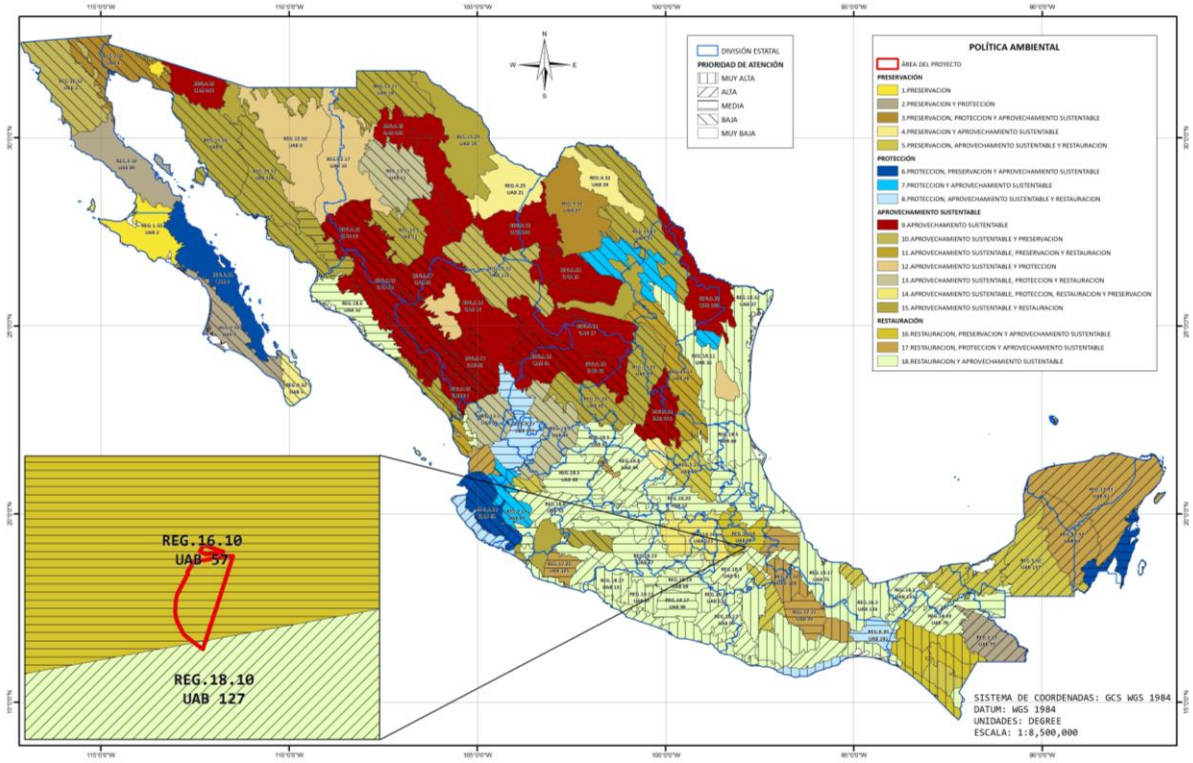


Figura III.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 18.10 UAB 127 y 16.10 UAB 57definidas en el POEGT (regional).

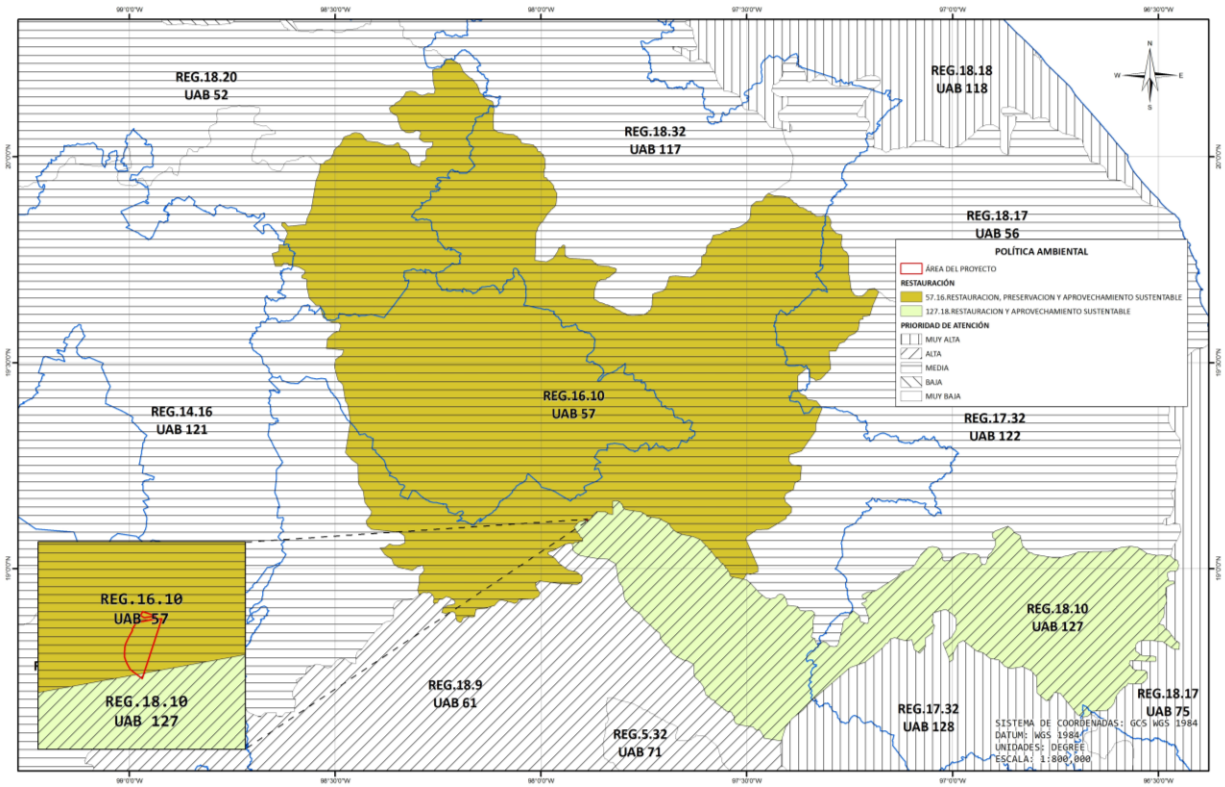


Figura III.2. Ubicación del Proyecto en la Región Ecológica 18.10 y UAB 127 definidas en el POEGT (local).

UAB 57 Depresión Oriental

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental 57

UAB 57 Depresión Oriental	
Región	16.10
UAB	57
Nombre de la UAB	DEPRESIÓN ORIENTAL
Rectores de Desarrollo	DESARROLLO SOCIAL y FORESTAL
Coadyuvantes del desarrollo	AGRICULTURA
Asociados del Desarrollo	GANADERÍA y MINERÍA
Política Ambiental	RESTAURACIÓN, PRESERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
Nivel de Atención Prioritaria	MEDIA
Estrategias	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

UAB 127 Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla

Cuadro III.2.Descripción de la Unidad Ambiental 127

UAB 127 Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla	
Región	18.10
UAB	127
Nombre de la UAB	SIERRAS Y PIEDEMONTES DE VERACRUZ Y PUEBLA
Rectores de Desarrollo	DESARROLLO SOCIAL y FORESTAL
Coadyuvantes del desarrollo	AGRICULTURA, INDUSTRIA Y PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA
Asociados del Desarrollo	GANADERÍA
Política Ambiental	RESTAURACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
Nivel de Atención Prioritaria	ALTA
Estrategias	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

Las estrategias de cada unidad ambiental 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 dichas estrategias se pueden vincular en algunas ocasiones con los objetivos y actividades del proyecto mostrando una lista de dichas estrategias.

UAB 57 Depresión Oriental

Cuadro III.3.Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 57).

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10		
57. Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla).		
Localización: Sureste de Hidalgo. Centro, norte, sur y este de Tlaxcala, Centro occidente de Veracruz. Centro norte de Puebla.		
Superficie en Km²: 12,108.51 Km²	**Población Total:** 4,232,937 habitantes	**Población Indígena:** Sierra Norte de Puebla y Totonacapan
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo.** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 66.6. 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. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.	
Escenario al 2033	Inestable a crítico	
Política Ambiental	Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable	

ESTRATEGIAS. UAB 57	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y Regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10	
	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.
E) Desarrollo social	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. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 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.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil

Considerando las estrategias plasmadas en la unidad ambiental biofísica 57, se realiza a continuación la vinculación con el proyecto.

Cuadro III.4.Estrategias de la unidad ambiental 57 en la que se ubica el proyecto.

U.A.B. 57			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
Preservación	1	Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la realización del proyecto se removerán individuos vegetales, por lo que previo al cambio de uso de suelo se llevará a cabo el ahuyentamiento, el rescate y reubicación de fauna y el rescate y reubicación de flora, todo ello para la protección y conservación de los recursos naturales con el fin de no poner en riesgo la biodiversidad.
	2	Recuperación de especies en riesgo.	Es importante mencionar que, durante los recorridos de campo por las zonas del proyecto, no se encontraron especies de flora con algún estatus de riesgo en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, para la fauna sí (*Thamnophis eques*). Como ya se mencionó previo a las actividades del proyecto se rescatará la flora impertinente, así como como las especies animales que se hallen durante las actividades. Por otra parte, la política del promovente es respetar la biodiversidad, así que se propone un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre y un programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre, previo al cambio de uso de suelo. Con la implementación de estas técnicas se garantiza su cuidado y sobrevivencia con el fin de no comprometer la supervivencia de las especies y así mismo evitar una repercusión en sus patrones de distribución y comportamiento.

U.A.B. 57			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
	3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo el retiro de individuos, para ello previo al cambio de uso de suelo se ejecutará el ahuyentamiento de especies de fauna y se realizaran recorridos de campo en el área de estudio con la finalidad de identificar y conocer la flora y fauna existente en el lugar, así como aquellas que se llegasen a encontrar dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059, para posteriormente ser rescatadas y reubicadas, esto con la ayuda del programa de rescate y reubicación correspondiente. Una vez ejecutado dichos programas, se realizará el constante monitoreo y seguimiento de las actividades que involucren la flora y la fauna (Capítulo VI).
Aprovechamiento sustentable	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Como ya se mencionó anteriormente, en la preparación del sitio se realizará la remoción y extracción de individuos de especies de flora y fauna, se realizará específicamente en el área del proyecto para no dañar a los ecosistemas, especies y recursos colindantes. Para que no se pierdan las especies que serán removidas, se propone como medida previa al cambio de uso de suelo un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre con el objetivo de conservar los recursos genético de las especies, de igual manera se propone un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna de tal manera que las especies del proyecto permanezcan y se conserven en el área donde serán reubicadas.
Protección de los recursos naturales	12	Protección de los ecosistemas.	Al realizar la remoción se provocará una posible erosión del suelo y perdida de infiltración de agua, para proteger el ecosistema y mitigar estos daños se considerarán medidas y obras que prevengan, controlen, mitiguen y compensen el daño al ecosistema las cuales se describen en el Capítulo VI del presente proyecto, de igual manera sólo se removerá la vegetación que se encuentra dentro del área del proyecto, sin afectar la que se encuentra a su alrededor.
Restauración.	14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Con la realización del proyecto se provocará una pérdida de vegetación forestal, la cual para contrarrestarla se desarrollará un programa reforestación con especies nativas, así como la realización de obras de conservación de suelo, las cuales se describen a mayor detalle en el Capítulo VI.
Grupo II Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			
E) Desarrollo Social.	38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Generar empleos temporales en la construcción del proyecto, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de la población.
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.	Adquisición 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.

UAB 127 Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla

Cuadro III.5.Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto (UAB 127).

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.10		
Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 127. Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla		
Localización: Oriente del estado de Puebla		
Superficie en Km²: 4,252.67 Km²	**Población Total:** 1,181,118 habitantes	**Población Indígena:** Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolica
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo.** No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es alta, en particular por la urbanización. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Alta. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 57.6. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo 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 carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.	
Escenario al 2033	Crítico	
Política Ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	
ESTRATEGIAS. UAB 127		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
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.	
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias.	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción dela vulnerabilidad física.	
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y Regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.10	
	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.
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. 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. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil

Nuevamente, considerando las estrategias plasmadas en la unidad ambiental biofísica 127, se realiza la vinculación con el proyecto.

Cuadro III.6. Estrategias de la unidad ambiental 127 en la que se ubica el proyecto.

U.A.B. 127			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
Preservación	1	Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la realización del proyecto se removerán individuos vegetales, por lo que previo al cambio de uso de suelo se llevará a cabo el ahuyentamiento, el rescate y reubicación de fauna y el rescate y reubicación de flora, todo ello para la protección y conservación de los recursos naturales con el fin de no poner en riesgo la biodiversidad.
	2	Recuperación de especies en riesgo.	Es importante mencionar que durante los recorridos de campo por las áreas del proyecto, no se encontraron especies de flora con algún estatus de riesgo en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, para la fauna sí (*Thamnophis eques*); dado esta situación como ya se mencionó previo a las actividades del proyecto se rescatará la flora así como como las especies animales que se hallen durante las actividades. Por otra parte, la política del promovente es respetar la biodiversidad, así que se propone un programa de rescate y reubicación de especies

U.A.B. 127			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** / **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
			de flora silvestre y un programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre, previo al cambio de uso de suelo. Con la implementación de estas técnicas se garantiza su cuidado y sobrevivencia con el fin de no comprometer la supervivencia de las especies y así mismo evitar una repercusión en sus patrones de distribución y comportamiento.
	3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo el retiro de individuos, para ello previo al cambio de uso de suelo se ejecutará el ahuyentamiento de especies de fauna y se realizaran recorridos de campo en el área de estudio con la finalidad de identificar y conocer la flora y fauna existente en el lugar, así como aquellas que se llegasen a encontrar dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059, para posteriormente ser rescatadas y reubicadas, esto con la ayuda del programa de rescate y reubicación correspondiente. Una vez ejecutado dichos programas, se realizará el constante monitoreo y seguimiento de las actividades que involucren la flora y la fauna (Capítulo VI).
Aprovechamiento sustentable	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Como ya se mencionó anteriormente, en la preparación del sitio se realizará la remoción y extracción de individuos de especies de flora y fauna, se realizará específicamente sólo en el área del proyecto para no dañar a los ecosistemas, especies y recursos alternos. Para que no se pierdan las especies que serán removidas, se propone como medida previa al cambio de uso de suelo un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre con el objetivo de conservar los recursos genético de las especies, de igual manera se propone un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna de tal manera que las especies del proyecto permanezcan y se conserven en el área donde serán reubicadas.
Protección de los recursos naturales	12	Protección de los ecosistemas.	Al realizar la remoción se provocará una posible erosión del suelo y perdida de infiltración de agua, para proteger el ecosistema y mitigar estos daños se considerarán medidas y obras que prevengan, controlen, mitiguen y compensen el daño al ecosistema las cuales se describen en el Capítulo VI del presente proyecto, de igual manera sólo se removerá la vegetación que se encuentra dentro del área del proyecto, sin afectar la que se encuentra a su alrededor.
Restauración.	14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Con la realización del proyecto se provocará una pérdida de vegetación forestal, la cual para contrarrestarla se desarrollará un programa reforestación con especies nativas, así como la realización de obras de conservación de suelo, las cuales se describen a mayor detalle en el Capítulo VI.
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.	Generar empleos de forma temporal para mejorar condiciones de vida de los pobladores adyacentes durante el proyecto.

U.A.B. 127			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** / **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
C) Agua y saneamiento	28	Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Con el fin de proteger la cantidad y calidad del agua que se verá afectada por las actividades del cambio de uso de suelo, se realizarán obras de conservación de suelos que fomenten su infiltración y calidad. Cuyo fin es proteger y mejorar la gestión del agua para la población colindante a la superficie del proyecto.
E) Desarrollo Social.	38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Generar empleos temporales en la construcción del proyecto, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de la población.
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.	Adquisición 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.

III.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA

Existen cuatro diferentes categorías de programas de ordenamiento ecológico: **general, marino, regional y local**. La formulación y expedición de los mismos, recaen en la federación, en las entidades federativas y en los municipios, respectivamente.

Para el estado de Puebla existe un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) del Estado de Puebla (Bitácora ambiental), pero no se encuentra publicado en el periódico oficial del estado, por lo que éste **NO tiene validez oficial y NO es de observancia obligatoria**, sin embargo, el proyecto respecto a los criterios y estrategias aplicables que contiene este instrumento no encuentra ninguna incompatibilidad para llevarse a cabo.

En el estado de Puebla existen 2 ordenamientos ecológicos del territorio mismos que a continuación se muestran.

Cuadro III.7. Ordenamientos en el Estado de Puebla.

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento/Ligas (2)	Cambio climático (1)
Puebla	Municipio de Cuézala del Progreso	P.O. 3/Dic/2010	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuézalan 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)	

Fuente: SEMARNAT.

En el municipio de Acajete **no cuenta** con un Programa de Ordenamiento Ecológico.

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

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

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

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S)

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

A nivel federal, se identificó que las áreas naturales protegidas más cercanas al proyecto son las siguientes: **Tehuacán Cuicatlán** que se encuentra a 33.78 km, **La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl** ubicada a 6.94 km; mismas que se representan en la siguiente figura.

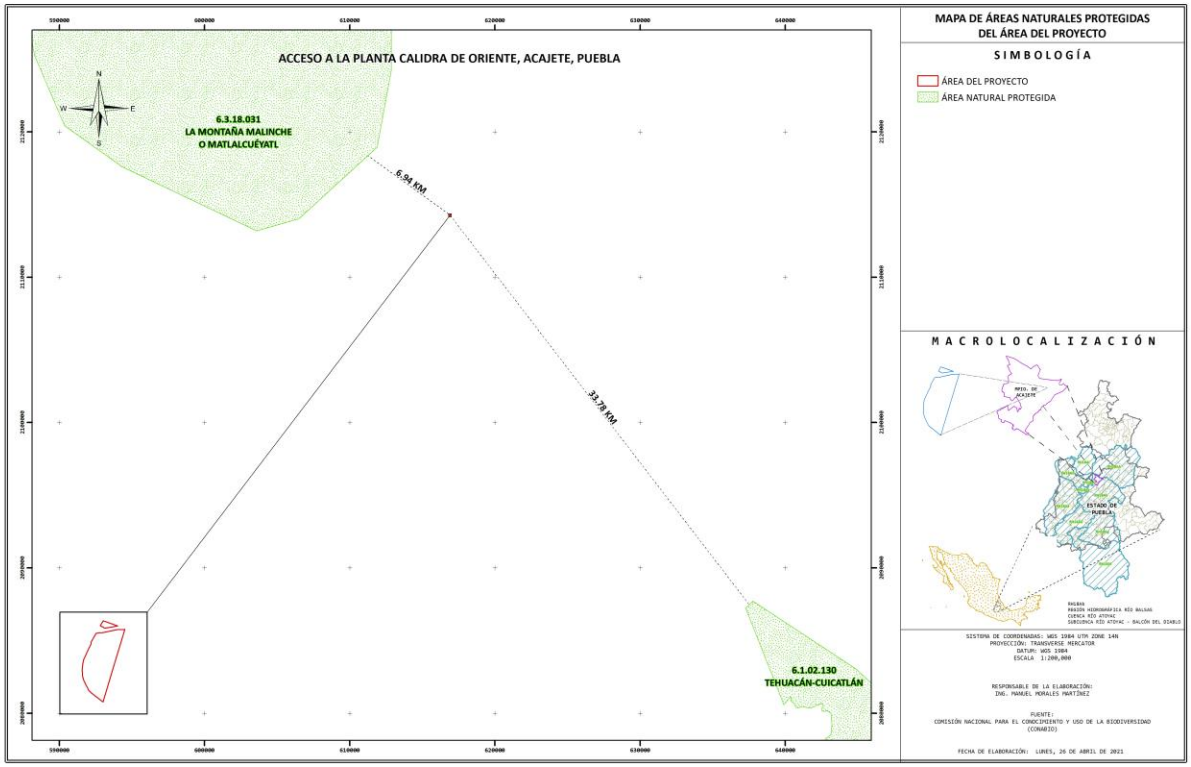


Figura III.3. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto.

III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

A) 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.

Con base en la ubicación de las RHP determinadas por la CONABIO y el sitio en el cual se encuentra el área del proyecto se determinó que este se encuentra a 1.77 km de la RHP **Cuenca oriental**.

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

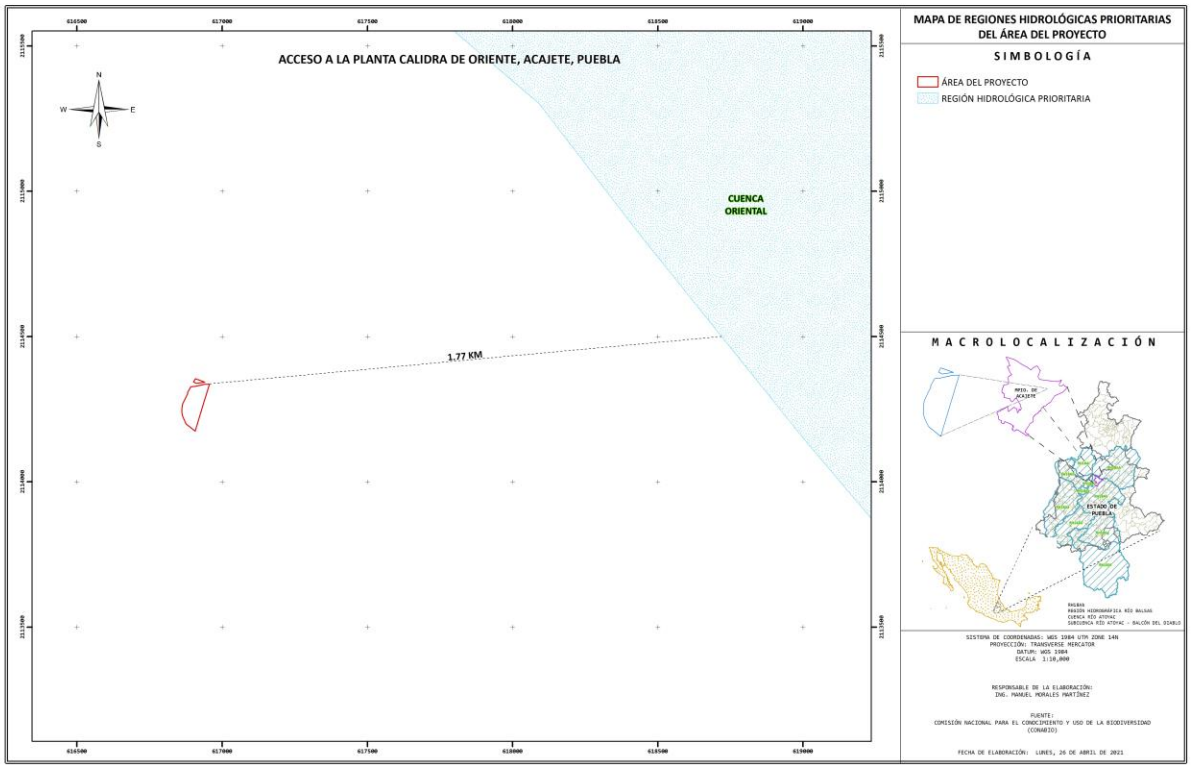


Figura III.4. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

B) 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.

El área del proyecto no se encuentra dentro de alguna región terrestre prioritaria. Las más cercanas son: **Valle de Tehuacán-Cuicatlán** a 33.78 km y **La Malinche** a 7.47 km, como se muestran en la figura siguiente.

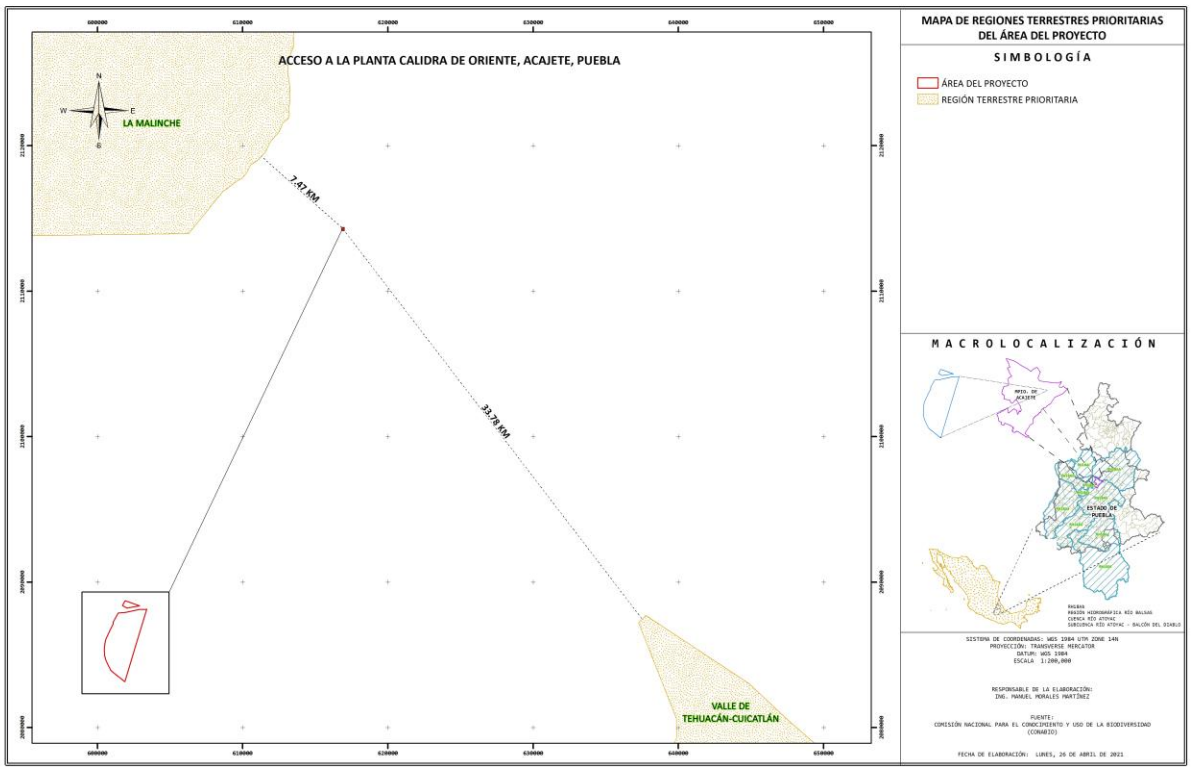


Figura III.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

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

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Las más cercanas son: **La Malinche** a 5.1 km, **Presa de Valsequillo** a 27.38 km y **Valle de Tehuacan - Cuicatlan** a 33.75 km, mismas que se muestran en la siguiente figura.

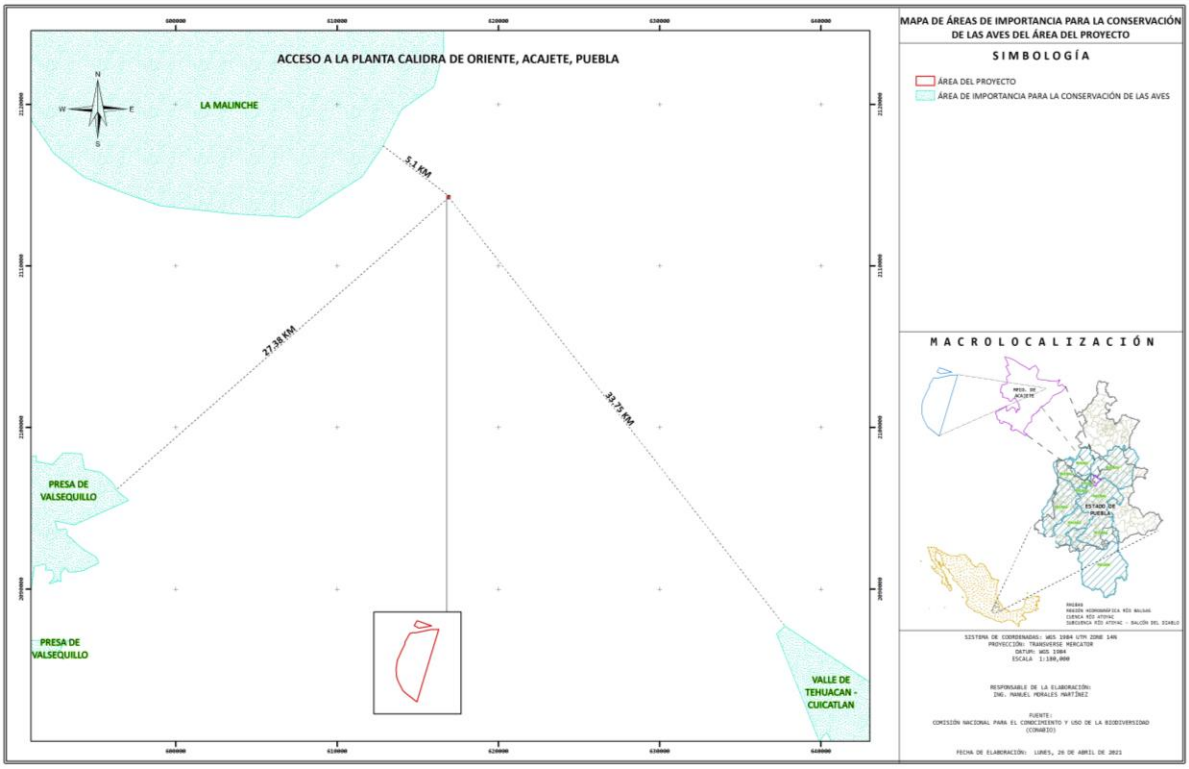


Figura III.6. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.

III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

III.3.1 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.8. 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; de igual manera se llevará a cabo convenios con la CONAFOR para realizar una reforestación similar al área del proyecto, de ser posible se buscara un área cercana al mismo para contemplar especies similares a las extraídas (nativas). Para la conservación y protección de las especies de fauna, se implementará un programa de ahuyentamiento, de presentarse el caso de encontrarse fauna en el área del proyecto, esta será rescatada y reubicada.
		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.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 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 siete regiones de la entidad: Sierra Norte, Sierra Nororiental, Valle de Serdán, Angelópolis, Valle de Atlixco y Matamoros, Mixteca, Tehuacán y Sierra Negra. 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 cinco ejes estratégicos, cada uno con un objetivo y planteamiento general; así como, estrategias puntuales.

Eje 1. Seguridad y gobernanza para vivir en paz.

Eje 2. Innovación, competitividad y empleo.

Eje 3. Bienestar social, equidad e inclusión.

Eje 4. Infraestructura, movilidad, y desarrollo sostenible y sustentable.

Eje 5. Gobierno de calidad y abierto al servicio de todos.

Asimismo, contiene cuatro Estrategias Transversales:

1. Igualdad de género y grupos en situación de vulnerabilidad.

2. Estado de derecho y cultura de la legalidad.

3. Honestidad y transparencia

4. Sostenibilidad y sustentabilidad

Cuadro III.9. 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. Infraestructura, movilidad y desarrollo sostenible y sustentable.	22. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. **Objetivo:** Aprovechar, conservar y proteger los ecosistemas mediante el uso sustentable de los recursos naturales.	Diseñar un modelo de gestión del medio ambiente que favorezca el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales. **4.** Fomentar en coordinación con el Gobierno Federal y los municipios, la creación y conservación de las áreas verdes. **5.** Fortalecer el desarrollo de capacidades locales para el manejo, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales. **6.** Implementar, en coordinación con los ayuntamientos, programas de reforestación de áreas verdes y espacios públicos. **10.** Propiciar la conciencia ciudadana para reducir los desechos y transformarlos mediante la reutilización, reciclaje y compostaje. **23.** Impulsar el diseño y aplicación de instrumentos económicos para la conservación y uso sustentable	Como ya se mencionó anteriormente, con la implementación del proyecto se removerá vegetación, por lo que previo a las actividades de remoción se contempla el *Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre* con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia y general condiciones similares a las del área del proyecto. Lo anterior generará que la densidad forestal del predio no se reduzca ya que las plantas viables del despalme se rescatarán y sembrarán en las áreas de conservación, previniendo con ello la disminución de la densidad forestal y la posible erosión del suelo. Otro aspecto a considerar durante la implementación del proyecto es la generación de residuos sólidos, los cuales para su manejo se realizará una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando una mala disposición, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección de basura de los centros de población cercanos y ser reciclados y reutilizados.

Eje general	Programa	Estrategia	Vinculación con el proyecto
		de la biodiversidad de los servicios ambientales. **33.** Implementar acciones que mitiguen las causas y efectos del cambio climático en las regiones.	

III.3.3 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 Acajete, en el estado de Puebla, se encuentra en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable (SUAS) Angelópolis.

SUAS- Angelópolis.

Los principales centros de población del SUAS Angelópolis, son Puebla, Atlixco, San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Huejotzingo y San Martín Texmelucan, los cuales en conjunto presentan procesos de expansión y conurbación urbana, teniendo como factor negativo que estos procesos urbanos se realizan sobre suelos hoy, con agricultura de temporal y en menor medida de riego.

El SUAS Angelópolis, se integra por los Subsistemas Urbano Sustentables – (SUBUS) de San Martín Texmelucan, Atlixco y Puebla; este último; donde su característica principal se expresa en conurbaciones físicas, extendidas hacia el norte, oriente y poniente de la Ciudad de Puebla; en una relación urbana amplia expresada en un continuo a lo largo de una línea de contacto, activado por las ventajas de accesibilidad que ofreció la zona desde los años sesenta; la autopista a México y las carreteras perpendiculares entre Puebla y Tlaxcala, cuyas vialidades tejen los entramados urbanos o suburbanos, propiciaron la diversidad industrial y los servicios complementarios.

El Subsistemas Urbano Sustentable – (SUBUS) en el que se encuentra el proyecto es el **SUBUS Puebla.**

El SUBUS Puebla, ocupa una superficie de 1,874,000 hectáreas que representan 5.47% de la extensión territorial del Estado. Esta porción territorial es la zona más dinámica en cuanto al crecimiento económico e incremento demográfico por contar con 90% de la infraestructura económica de la entidad y aporta la mayor parte de PIB estatal derivado de estas actividades, y es la principal empleadora de mano de obra calificada y no calificada.

III.3.3.1 PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO ANGELÓPOLIS (ACTUALIZACIÓN).

El Programa Regional de Desarrollo Angelópolis propone la subregionalización con el objeto de fortalecer la planeación y coordinación de esfuerzos entre actores gubernamentales, privados y otros de la sociedad, para que en un territorio específico se reconozcan sus problemas y se aprovechen sus capacidades o potencialidades; de tal manera que se generen y consoliden oportunidades de desarrollo en ese mismo territorio; de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Hacer prevalecer las regiones socioeconómicas definidas oficialmente para el Estado de Puebla;
b) Mantener a un municipio en sus límites geográficos dentro de una sola subregión (esto es, un municipio no puede pertenecer a más de una subregión);
c) Tomar en cuenta la homogeneidad e integración geográfica y recursos naturales de un territorio;
d) Ponderar las variables sociales, culturales y económicas que dan identidad a un territorio;
e) Tomar en cuenta las vocaciones territoriales o del suelo; y
f) Considerar a la problemática y al potencial productivo que sean comunes y distintivos dentro de un territorio.

La Región Angelópolis es heterogénea con una zona claramente metropolitana alrededor de la Ciudad de Puebla, una zona eminentemente rural al oeste, pero dominada en su desarrollo por la ciudad de San Martín Texmelucan y una zona de transición entre la vida urbana y la rural hacia el oriente de la región. Por ello, se ha propuesto dividirla en tres subregiones: 1) Puebla, 2) San Martín Texmelucan, y 3) Tepeaca – Tecali de Herrera.

El Programa Regional de Desarrollo Angelópolis, 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 ubicado R. Angelópolis y que impactan a las acciones propuestas para impulsar su competitividad a nivel nacional.

Cuadro III.10. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Programa Regional de Desarrollo Angelópolis.

Eje general	Estrategia	Objetivos	Vinculación con el proyecto
1. Más Empleo y Mayor Inversión	1. 6 Responsabilidad para preservar los recursos naturales	**Objetivo 1.** Impulsar el desarrollo urbano y rural sustentable. **Objetivo 2.** Impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del estado. **Objetivo 3.**	Acajete, es uno de los diversos municipios propenso a una expansión urbana por lo que lo hace más susceptible a la carencia de empleo, recursos y servicios. Uno de los principales objetivos del proyecto es fomentar el desarrollo urbano con el aprovechamiento de los recursos naturales de manera amigable con el medio ambiente y al mismo tiempo generar empleos.

Eje general	Estrategia	Objetivos	Vinculación con el proyecto
		Atender y mitigar los factores que afectan al medio ambiente como el cambio climático y la contaminación ambiental en el estado.	Para evitar una afectación considerable, el proyecto protegerá y conservará especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia y general condiciones similares a las del área del proyecto.

III.3.4 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE ACAJETE

Se presenta la vinculación con el último plan de desarrollo correspondiente al periodo 2018-2021 del municipio de Acajete Puebla, el cual se encuentra publicado en el diario oficial de la federación.

El PMD, se constituye en la referencia principal de las diversas necesidades e inquietudes manifestadas por diversos actores sociales y organizaciones civiles, grupos organizados y población en general, cuyo principal interés ha sido buscar en este gobierno la respuesta a sus demandas. Conceptualizamos el Plan de Desarrollo Municipal, como el conjunto de decisiones explícitas, racionales y coherentes que determinan la asignación de recursos públicos para alcanzar ciertos objetivos en el corto y mediano plazo.

Para conocer las necesidades principales de la población de Acajete, se implementaron ventanillas de entrega, buzones en la Presidencia Municipal y Juntas auxiliares, a fin de recabar las sugerencias y opiniones de la población; así mismo, se utilizó como base el Comité de Planeación Municipal que agregan los líderes comunitarios, quienes comunican las necesidades de la población.

Autodiagnóstico desde lo local:

Como parte del diagnóstico se realizaron fichas de trabajo, a fin de incluir los temas de agenda desde lo local teniendo como grandes ejes:

- Desarrollo Institucional para un buen gobierno.
- Desarrollo económico sostenible.
- Desarrollo ambiental sustentable.
- Desarrollo social incluyente.

Cuadro III.11. Vinculación del proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo 2018 – 2021 de Acajete.

Eje general	Estrategia	Vinculación con el proyecto
3. Desarrollo ambiental sustentable.	**1.** Promotor del cuidado del aire. **2.** Responsable de su basura y otros residuos. **3.** Promotor del cuidado de su imagen. **4.** Promotor de sus recursos naturales. **5.** Promotor del territorio ordenado. **6.** Promotor del cuidado del agua. **7.** Promotor del cuidado del suelo. **8.** Promotor de la educación ambiental.	La implementación del proyecto busca tener el trato más amigable posible con el medio ambiente que lo rodea, por lo que se propone lo siguiente. Respetar los límites permisibles de generación de partículas permitidos por la normatividad vigente, respetar los horarios de trabajo, realizar previo a las actividades del proyecto el mantenimiento de la maquinaria a emplear. Se establecerán contenedores clasificados por colores para el tipo de residuo generado. Se mantendrá limpio las áreas de trabajo. De manera mitigatoria y compensatoria, se implementará el rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre, con el cual se pretende proteger y conservar parte de la biodiversidad existente y que posee un alto valor ecológico y cultural.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S)

Las Normas Oficiales Mexicanas son las regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 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.12. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON NOM'S SEMARNAT		
NORMA OFICIAL MEXICANA	**ESPECIFICACIONES DE LA NOM**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
AIRE		
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Es de observancia obligatoria para el propietario de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.	Se dará cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos por esta norma, en lo referente a emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible en cualquiera de las etapas del proyecto que pertenezcan a la empresa, se realizará el mantenimiento de la maquinaria y vehículos con el fin de evitar el incremento de emisión de gases. Se usarán solo vehículos que cuenten con la verificación actualizada.
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 influyan diésel como combustible.	Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios de vehículos automotores en circulación que usan diésel, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de construcción y de minería.	Se vigilará y dará cumplimiento a lo establecido en esta NOM durante cada una de las etapas del proyecto, cuando el uso de estos vehículos sea requerido por la empresa, principalmente en la realización del cambio de uso de suelo.
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.	Se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.	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, el mantenimiento de vehículos se realizará fuera del área del proyecto. Se propondrán horarios de trabajo para evitar que los empleados, así como la fauna silvestre aledaña estén expuestos a ruido por largos periodos de tiempo
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.	
FLORA Y FAUNA		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Es de observancia obligatoria en todo el	Previo al desarrollo del proyecto se realizará la

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON NOM'S SEMARNAT		
Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna-Características de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	territorio nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por la Norma.	identificación de las especies de flora y fauna que se encuentran en el sitio del proyecto, así como la categoría de riesgo en la cual se encuentran. Se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especies susceptibles a rescate, así como de aquellas que se encuentran dentro de alguna categoría en caso de encontrarse, puesto que durante el muestreo no se encontraron especien enlistadas en la NOM.

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

III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

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.13. 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.	El proyecto se desarrollará a través de una visión de aprovechamiento sustentable, en la que se aprovecharán los recursos naturales a través de la preservación y restauración. Las medidas propuestas para la mitigación de los impactos que puede causar el proyecto sobre algunos de los elementos del ambiente, presentadas en la presente manifestación, están encaminadas a garantizar la protección del ambiente y cumplir, en la medida de lo posible, con este precepto constitucional.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
		Capítulo VI de la presente manifestación, como 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 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.	El presente proyecto se realizará acorde a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y planes de desarrollo estatal y municipal. La ejecución del mismo se llevará a cabo a través del uso sustentable de los recursos naturales y se considera un instrumento para el incremento en la calidad en la producción minera de la región.
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 ajustaran sus condiciones laborales conforme a la ley.

III.5.2 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.14. 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 0.9135 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,	Dentro del área del proyecto se encuentra vegetación forestal perteneciente a bosque de encino-pino, que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 0.9135 ha, por ende, se requiere la autorización del cambio de uso de suelo (Fracción VII). 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 la extracción de piedra caliza, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN**
	requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **VII.** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	
Artículo 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 dos sanitario portátil durante el proyecto, 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-
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 una clasificación de contenedores para el depósito y almacenamiento de estos, evitando principalmente una mala disposición de los residuos sólidos.

III.5.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 05-06-2018.

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.15. 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 de los terrenos forestales para destinarlos 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 bosque de encino – pino; se encontró especies características de este tipo de vegetación como lo son: *Ageratina petiolaris, Baccharis salicifolia, Cynodon dactylon, Eupatorium pycnocephalum, Eysenhardtia polystachya, Perymenium discolor, Pinus pseudostrobus var. apulcensis, Quercus castanea,* etc…
Artículo 93.	La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. 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 0.9135 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 precisamente la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo, en una superficie de 0.9135 ha la Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular.

III.5.4 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.16. 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 obtener información de la zona en la cual se ejecutará el proyecto. Ya que la planeación y elaboración del estudio, considera de antemano que el nivel de afectación del factor flora y el factor fauna será el mínimo posible. Por ello, se ejecuta un programa de rescate y reubicación de flora y fauna para especies dentro y fuera de la NOM-059-SEMARNAT-2010, con ello se pretende compensar y minimizar 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 reubicadas, hacia hábitats alternos cuyas condiciones ambientales sean similares a las del hábitat 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.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)		
Título V Disposiciones comunes para la conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre **Capítulo I** Disposiciones Preliminares		**VINCULACIÓN**
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.5.5 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.17. 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.
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.5.6 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.18. Vinculación del proyecto con el 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 0.9135 hectáreas, por lo que se somete a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental. La comunidad vegetal en el sitio corresponde vegetación de bosque de encino-pino.

III.5.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Cuadro III.19. 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 georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.	En 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. Así mismo, es presentado un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre con las peticiones del reglamento.

III.5.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

Cuadro III.20. 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		

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACIÓN DEL PROYECTO**
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.5.9 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES.

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

III.5.9.1 Sitio Ramsar.

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

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

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

Con respecto al proyecto, no afecta ningún sitio RAMSAR, los lugares más cercanos son la “Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)” ubicada a 27.34 kilómetros de distancia y la “Presa de Atlangatepec” a 55.64 km.

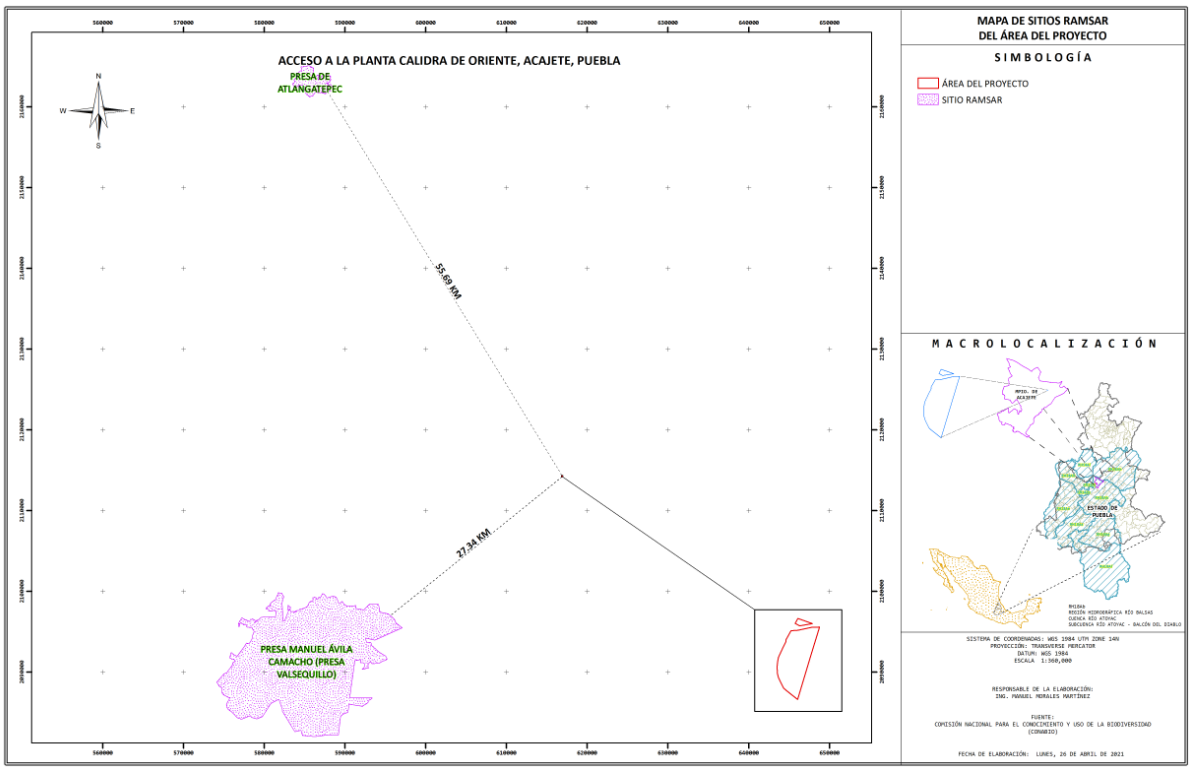


Figura III.7. Ubicación de los sitios Ramsar.

III.5.9.2 ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES

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

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

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

explotación insostenible o ilegal. El comercio internacional de especímenes de las especies enumeradas en este Apéndice solo se permite con la presentación de los permisos o certificados correspondientes.

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 registró algún ejemplar.

No obstante, sin importar si poseen o no algún tipo de riesgo, se realizará el rescate y reubicación de flora y fauna a sitios similares al área del proyecto.

III.5.9.3 CORREDORES BIOLÓGICOS

Actualmente, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y 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 de CUSTF NO se encuentra dentro de ningún corredor biológico, ni siquiera el SA, 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.

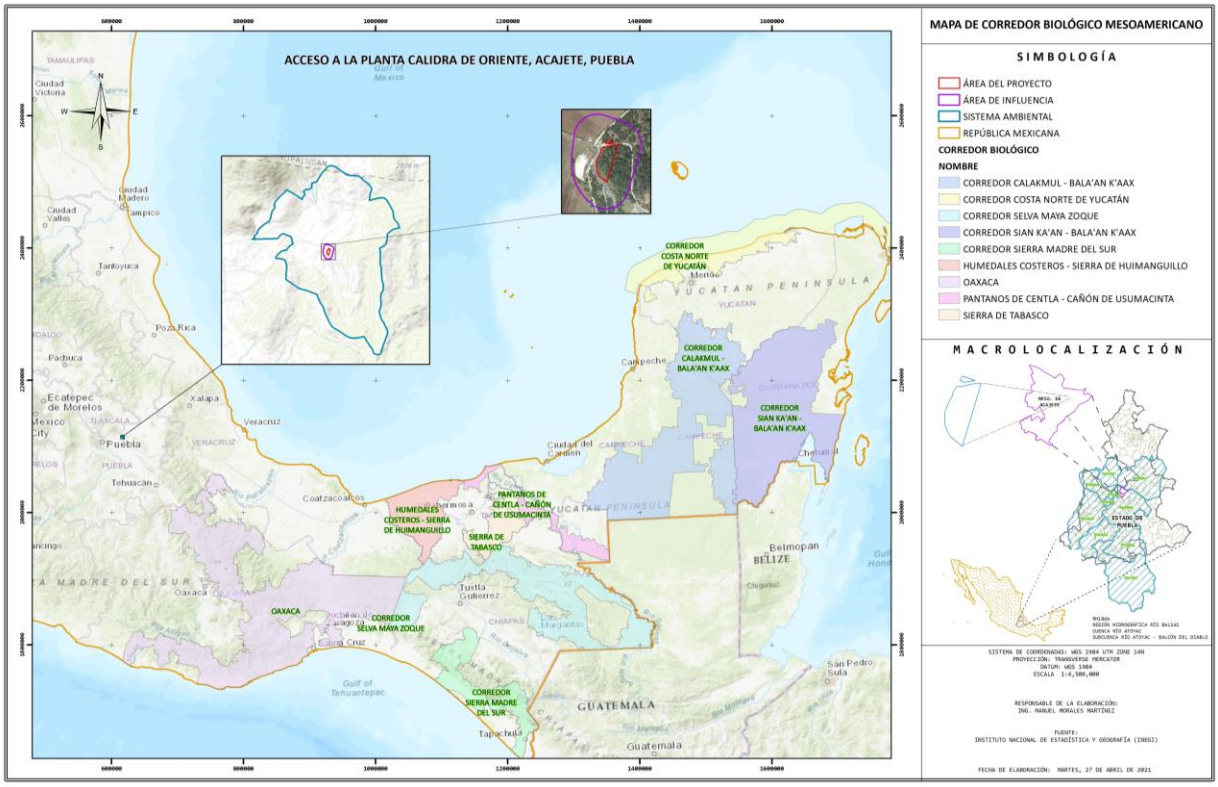


Figura III.8. Corredor biológico cercano al área del proyecto.

Nota: Se anexa cartografía del documento en el ANEXO 14. ANEXO CARTOGRÁFICO, CAPÍTULO III.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. 1
V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS. 4
V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO. 4
V.2.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO. 4
V.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS. 5
V.1.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA. 7
V.1.2 ÍNDICE DE MAGNITUD. 9
V.1.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS. 30
V.3. CONCLUSIONES. 33
V.4. BIBLIOGRAFÍA. 35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V.1. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales. 1
Cuadro V.2. Matriz de interacciones de impactos ambientales. 3
Cuadro V.3. Matriz de causa-efecto para la identificación de impactos ambientales. 3
Cuadro V.4. Lista indicativa de indicadores de impacto. 4
Cuadro V.5. Tipificación del sinergismo por Gómez Orea (2003). 5
Cuadro V.6. Tipificación del sinergismo con caracteres de atributos de Conesa (2010). 5
Cuadro V.7. Valorización cuantitativa de la sinergia propuesta para la presente evaluación. 5
Cuadro V.8. Valores de los atributos para el atributo de acumulación. 6
Cuadro V.9. Valores de los atributos para el cálculo del índice de incidencia. 6
Cuadro V.10. Tipificación de impactos 7
Cuadro V.11. Matriz del índice de incidencia de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio. 8
Cuadro V.12. Infiltración con y sin proyecto. 12
Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración. 13
Cuadro V.14. Indicadores para determinar el índice de calidad del factor aire. 13
Cuadro V.15. Valores asignados a los indicadores en los diversos escenarios con y sin proyecto. 14
Cuadro V.16. Índice de calidad del aire con y sin proyecto. 15
Cuadro V.17. Valores establecidos para la generación de la función de transformación de la calidad ambiental de aire. 16
Cuadro V.18. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad del aire. 17
Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto. 18
Cuadro V.20. Nivel de ruido diversos. 18
Cuadro V.21. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido. 19
Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro. 20
Cuadro V.23. Erosión existente actualmente en el área del proyecto. 20
Cuadro V.24. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto. 21

Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión hídrica. 21
Cuadro V.26. Clase de degradación con base en la erosión eólica. 21
Cuadro V.27. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación. 22
Cuadro V.28. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico. 23
Cuadro V.29. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto). 23
Cuadro V.30. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión. 24
Cuadro V.31. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 25
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 25
Cuadro V.33. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 25
Cuadro V.34. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación 26
Cuadro V.35. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados. 27
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto. 27
Cuadro V.37. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto. 28
Cuadro V.38. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en hábitat. 29
Cuadro V.39. Valoración subjetiva del paisaje. 30
Cuadro V.40. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales. 30
Cuadro V.42. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos. 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas. 10
Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas. 11
Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto. 12
Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto 16
Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental). 17
Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto. 19
Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto. 22
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto. 24
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto. 26
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto. 28

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

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	**Actividades**	**Medio**	**Factor**	**Subfactor**
				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 vegetal	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		Fácil	1

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
(Rc)	Efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural humana, mientras no lo es el irrecuperable.	Media	2
		Difícil	3
Continuidad (C)	Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo.	Continuo	3
	Efecto discontinuo se manifiesta la alteración de forma intermitente o irregular.	Discontinuo	1
Periodicidad (Pr)	Efecto periódico es el que se manifiesta de forma de forma cíclica o recurrente.	Periódico	3
	Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	Irregular	1

La valoración cuantitativa 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:

$$I_{std}\ \frac{(I - I_{\text{mín}})}{(I_{máx} - I_{mín})}$$

donde:

I_{std} = el valor de incidencia estandarizado, obtenido por un impacto.
$I_{máx}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.

$I_{mín}$ = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.
De acuerdo a las características propias del proyecto, la expresión 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**	

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia máx.		9	3	3	6	3	9	3	6	3	**45**	
Fauna	Modificación del hábitat												**0.40**
	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.

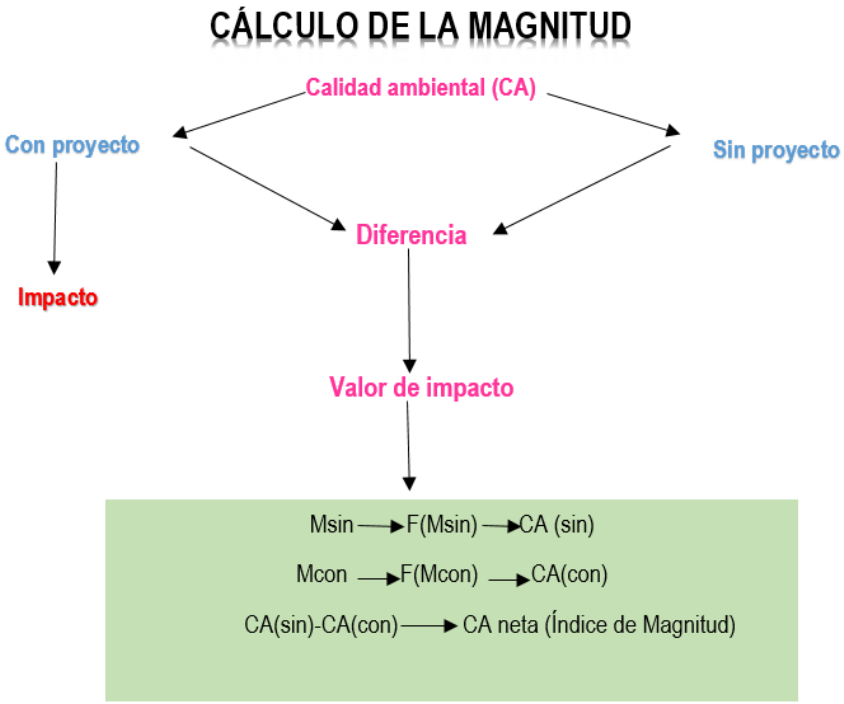


Figura V.1. Determinación de unidades homogéneas.

Ejemplificación*:*

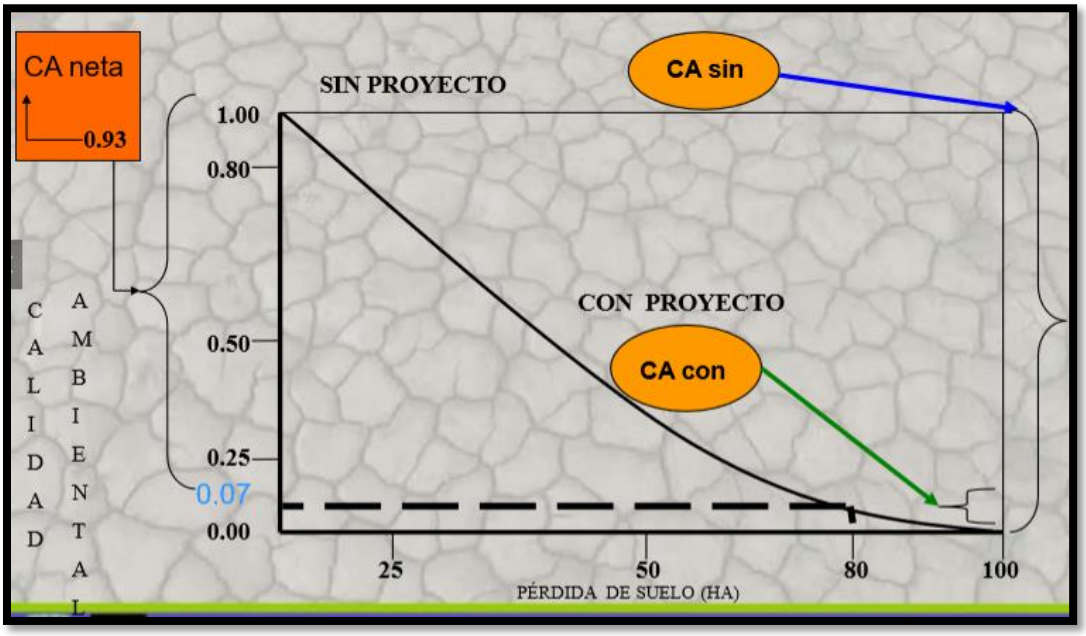


Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.

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:

$$I = 100(\frac{Perd_h}{Cdisp})$$

$I = porcentaje\ de\ perdida\ de\ infiltración\ respecto\ al\ total\ disponible\ (\%)$

$Perd_h = Pérdida\ de\ infiltración\ por\ actividad\ (infiltración\ actual - infiltración\ con\ proyecto)$

$C_{disp} = Cantidad\ total\ disponible\ (\ infiltración\ actual)$

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	1,423.22	19
Infiltración con proyecto	1,042.79	14

Tomando de base lo expuesto anteriormente, se implementaron las formulas correspondientes dando como resultado la siguiente:

$$Perd_h = (1{,}423.22 - 1{,}042.79) = 380.44$$

$$I = 100 * \left(\frac{380.44}{1423.22}\right) = 27\%$$

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 establecidas 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.

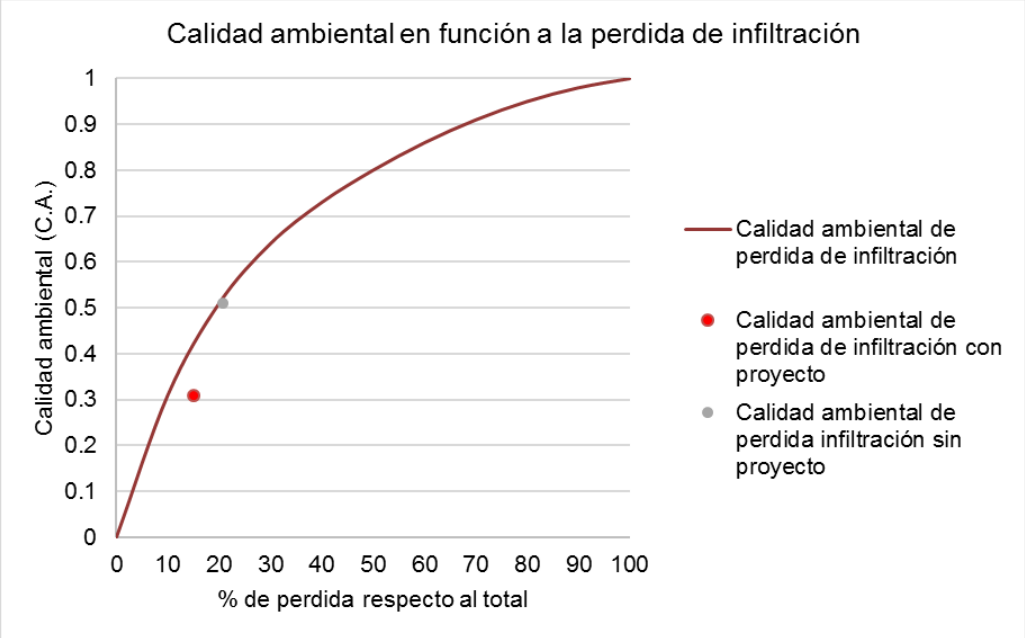


Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A. Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A \sin proyecto - C.A. con\ proyecto$$

Cuadro V.13. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de infiltración.

Escenario	Infiltración (%)	Calidad ambiental
I Sin proyecto	19%	0.51
I con proyecto	15%	0.31
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.20**

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 mas altos a la situación mas positiva.

Las formulas empleadas son las siguientes:

$$ICA=\left(\frac{Ve*100}{MVO}\right)$$

ICA=Índice de cálidad del aire

Ve=Valor estimado

MVO=Maximo valor obtenido

$$MVO=(Vmax-Vmin)$$

MVO =Maximo valor obtenido

Vmax=Valor maximo (33)

Vmin=Valor minimo (11)

Para el caso del valor maximo de 33 se establece que se le asigna a todos los indicadores considerados un valor de 3 dado como resultado una suma total de 33 y para el valor minimo 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.

$$Ve=(V_T-Vmin)$$

Ve=Valor estimado

V_T=Valor total

Vmin=Valor minimo (11)

$$V_t=(I_1+I_2+I_3+I_4+I_5+I_6+I_7+I_8+I_9+I_{10}+I_{11})$$

V_T=Valor total

$V_{n\ (1\text{-}11)}$=Valor de indicadores (1-3)

Es importante mencionar que para la asignación de los valores de los indicadores para el escenario sin proyecto, se realizo con base en la descripción del área del proyecto, llevada a cabo en el capitulo 4 y para el caso del escenario con proyecto se realizo un pequeño analisis, en la cual se trato de proyectar el estatus de los idicadores 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	●			3	3
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado sin proyecto	Valor asignado con proyecto
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3		
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10	●			2	2
	La velocidad del viento es en promedio entre 5 a 10		●			
	La velocidad del viento es en promedio menor de 5			●		
	F. Complejidad topográfica	1	2	3		
	Alta	●			2	2
	Media		●			
	Baja			●		
	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	●			1	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)	●			2	2
	Vias 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			●	2	1
	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 realizó con base en estudio de "Gestión de la calidad del aire del estado de puebla 2012-2020" realizado en el 2012 por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (Dirección de Calidad del Aire y Cambio Climático).

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
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.

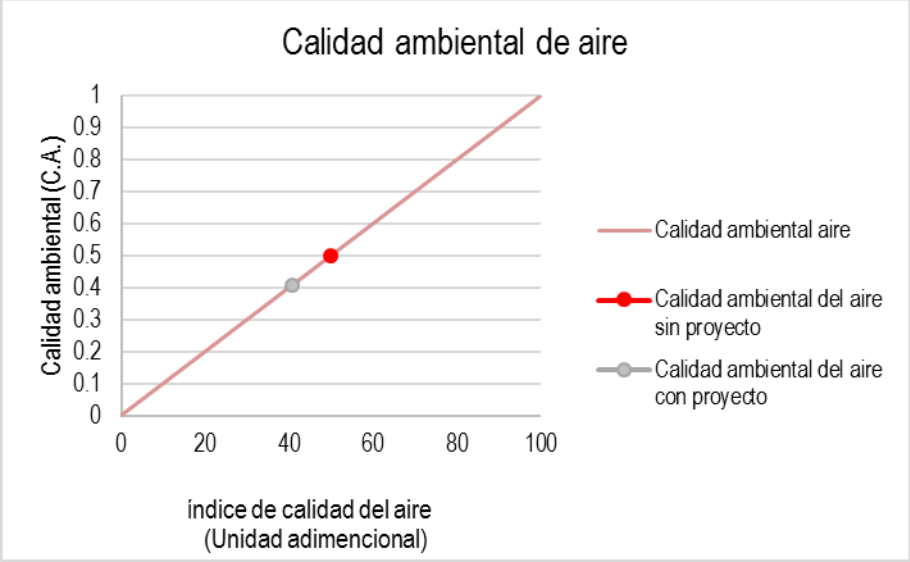


Figura V.4. Calidad ambiental del aire en función al índice de calidad del aire con y sin proyecto

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.

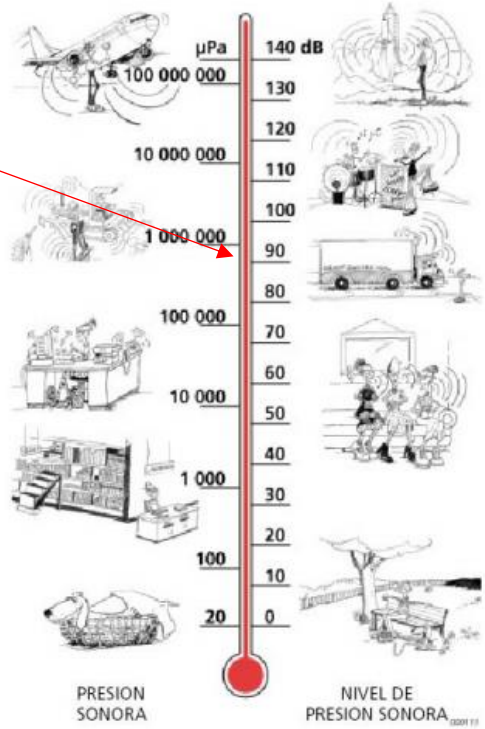
Escenario	Índice de calidad del aire	Calidad ambiental
Sin proyecto	50	0.50
Con proyecto	41	0.41
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.09**

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 119 db que será tomada como el escenario con proyecto y para el caso del escenario sin proyecto debido a que en el sitio no existen fuentes (asentamientos humanos, uso de maquinaria y/o actividades de cualquier índole) que emitan sonido alguno se considera un nivel igual a 0 db.

Cuadro V.19. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)
Sin proyecto	90
Con proyecto	120

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.

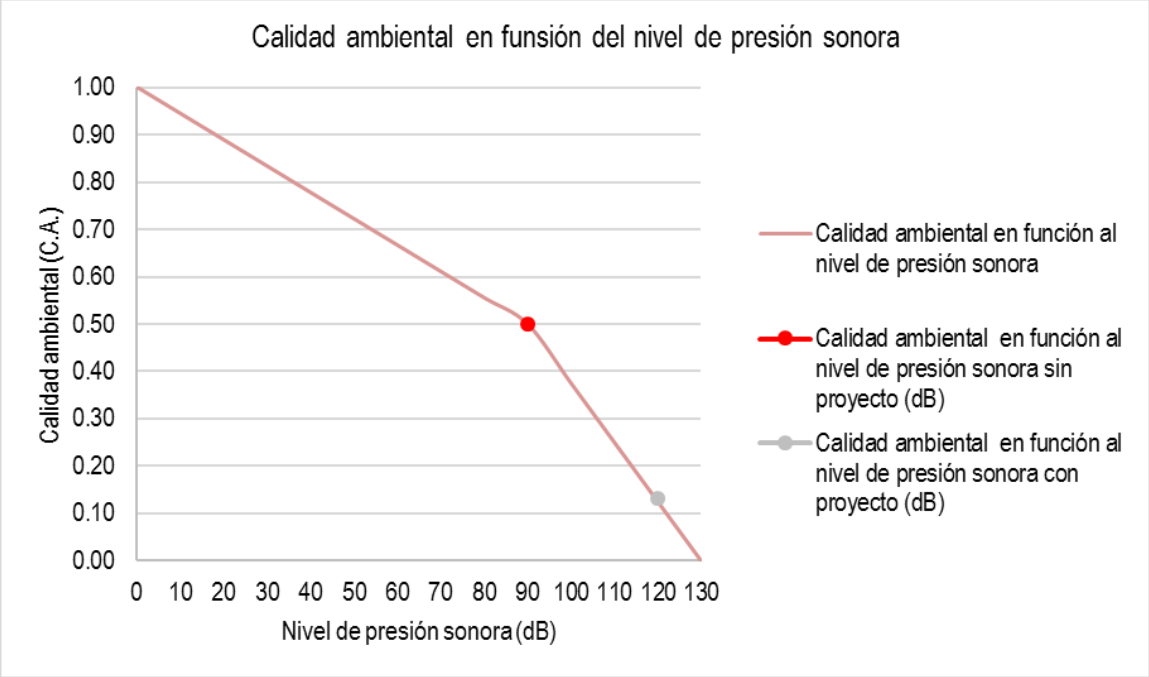


Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula:

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.22. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	90	0.5
Con proyecto	120	0.13
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.37**

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)
Erosión Hídrica.	1.28	1.25
Erosión eólica	1.28	1.24
Total	**2.56**	**2.49**

Con lo expuesto anteriormente podemos decir que en el sitio del proyecto actualmente existe una pérdida de suelo anual de 2.56 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

$$\boldsymbol{V = S * PM}$$

$$\boldsymbol{V = Volumen\ por\ hectarea(m^3)}$$

$$\boldsymbol{S = Superficie\ por\ hectarea(m^2)}$$

$$\boldsymbol{PM = Profundida\ de\ material\ organico\ (m)}$$

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:

$$\boldsymbol{V = 10,000.00\ m^2 * 0.03\ m}$$

$$\boldsymbol{V = 300\ m^3}$$

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 1.8 g/m^3[1], dando lo siguientes resultado

$$\boldsymbol{T = V * D}$$

$$\boldsymbol{T = Cantidad\ de\ material\ organico\ a\ remover\ (toneladas/hectarea)}$$

$$\boldsymbol{V = Volumen\ por\ hectarea(m^3)}$$

$$\boldsymbol{D = Densidad\ del\ material(g/m^3)}$$

Sustituyendo:

$$\boldsymbol{T = 300 * 1.8}$$

$$\boldsymbol{T = 540\ toneladas/hectarea}$$

Por lo que se estima que con la ejecución del proyecto se tendrá una remoción de 540 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	2.56
Con proyecto	540

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

[1] Valores críticos de densidad aparente en función de la textura, Portal y Cols., 1999

Clasificación de los niveles de degradación erosión eólica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión eólica**
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:

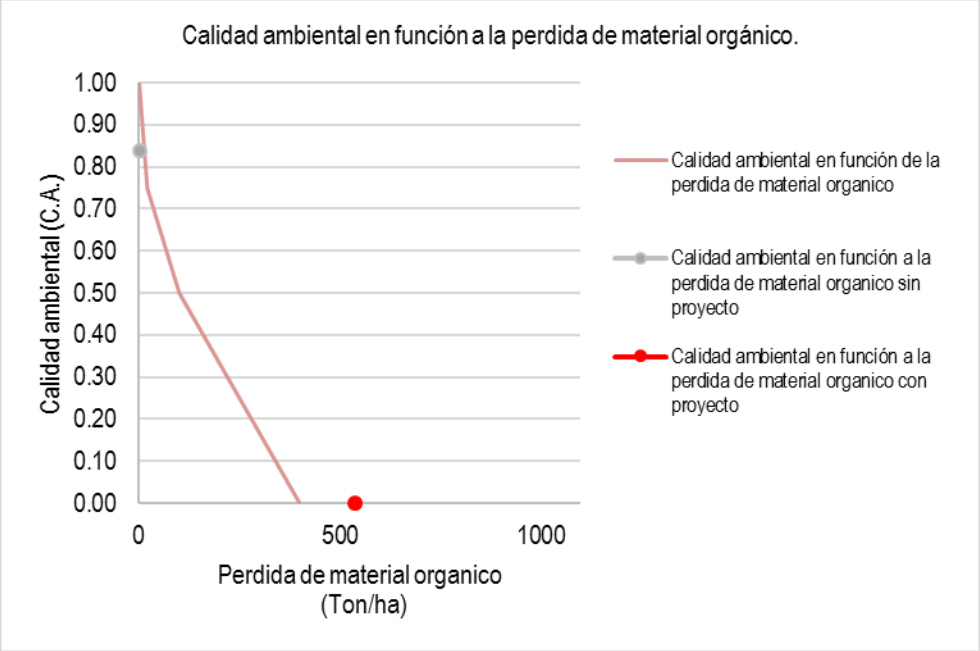


Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula

$$C.A. Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A \sin proyecto - C.A. con\ proyecto$$

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	2.556	0.84
Con proyecto	2.494	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.84**

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.	1.65	1.60
Erosión eólica	1.64	1.59
Total	**3.29**	**3.19**

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.

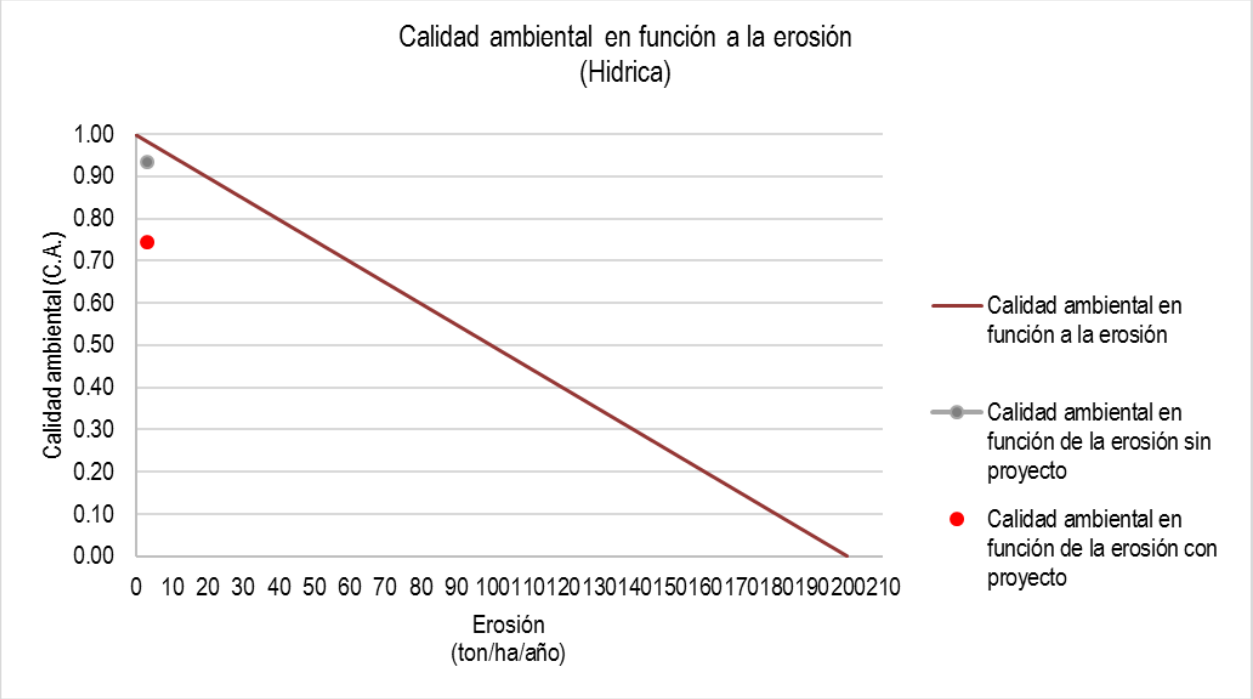


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A. Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A \sin proyecto - C.A. con\ proyecto$$

Cuadro V.30. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/ha/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	3.29	0.94
Con proyecto	3.19	0.75
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.19**

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:

$$PSCV = \left(\frac{((\sum_i (SCTV * K)) * 100)}{STCV}\right)$$

$$PSCV = Porcentage\ de\ superficie\ cubierta\ de\ vegetación\ (\%)$$

$STCV = Superficie\ total\ cubierta\ por\ vegetación$ (ha)

$SCTV = Superficie\ cubierta\ por\ tipo\ de\ vegetación$ (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 formulas 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.

Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto (PSCV)			
Tipo de vegetación	**SCTV (ha)**	**K**	**PSCV (%)**
Bosque de encino-pino	0.9135	0.2	20%
STCV (Superficie)	**0.9135**	-	-

Cuadro V.33. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto (PSCV)			
Tipo de vegetación	**SCTV (ha)**	**K**	**PSCV (%)**
Bosque de encino-pino	0.9135	0	0.00%
STCV (Superficie ha)	**0.9135**	-	-

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.

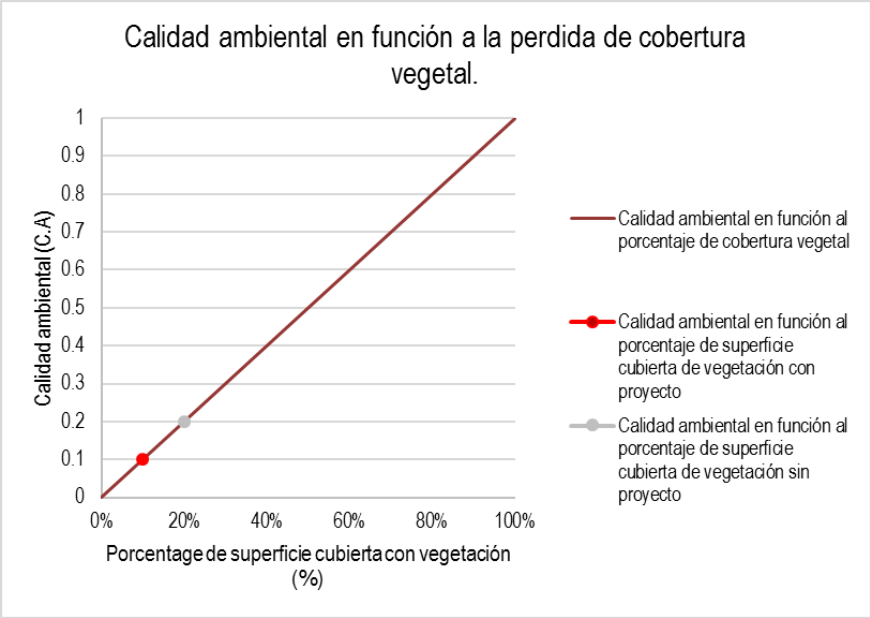


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \mathrm{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto$$

Cuadro V.34. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación

Escenario	PSCV (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	20%	0.2
Con proyecto	0%	0.1
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.

$$PDH = \left(\frac{((\sum_i (STV * K)) * 100)}{STCV}\right)$$

$PDH = Porcentaje\ de\ distribución\ con\ base\ en\ habitad$ (%)

$STV = Superficie\ por\ tipo\ de\ vegetación$ ($área\ de\ custf\ (ha)$)

$STC = Superficie\ total\ a\ conciderar$ ($área\ del\ proyecto\ (ha)$)

$K = Shannon$

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)*	
Muy Común	*0.1*	0-1	*Mal estado (Diversidad muy baja)*	Con proyecto

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la modificación del 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.

Porcentaje de distribución con base en habitad (PDH)			
Tipo de vegetación	**STV (ha)**	**K**	**PDH (%)**
Bosque de encino-pino	0.9135	0.1	10%
STCV (Superficie)	0.9135	-	-

Cuadro V.37. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto.

Porcentaje de distribución con base en habitad (PDH)			
Tipo de vegetación	**STV (ha)**	**K**	**PDH (%)**
Bosque de encino-pino	0.9135	0	0%
STCV (Superficie)	**0.9135**	-	-

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.

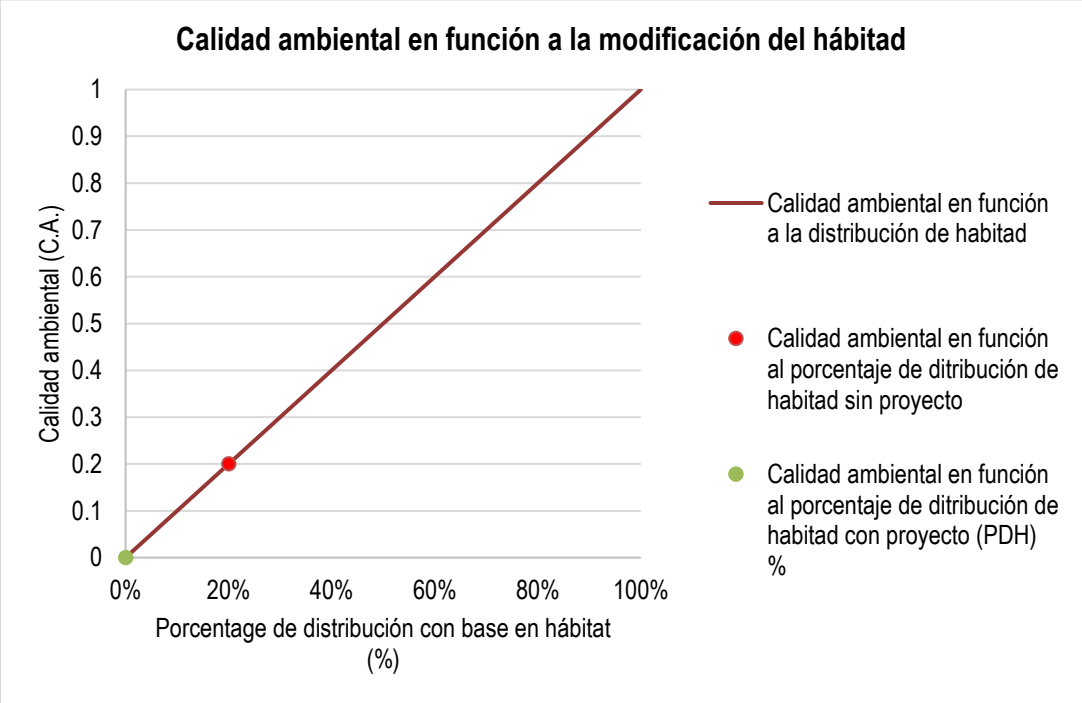


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en hábitat con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud.

Para la determinación de la calidad ambiental neta se implementó la siguiente formula.

$$C.A.Neta\ (indice\ de\ magnitu) = C.A\ \text{sin}\ proyecto - C.A.con\ proyecto.$$

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	10%	0.1
Con proyecto	0	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.1**

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, V_R.

$$V_R = K^* Va$$

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

N° Habitantes	P	Distancia (km)	d
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.

Para le área del proyecto la localidad más cercana es Acajete, Puebla, la población cuenta con 60,353 habitantes y se localiza a una distancia de 6.36 km.

Tomando en cuenta las formulas 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	15	0.15
con proyecto	4	0.04
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.11**

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

Significancia de los impactos		Descripción	Valor del índice de incidencia
	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
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración	0.60	0.20	0.12	Compatibles
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.13	0.09	0.01	Compatibles
		Ruido	Contaminación acústica ambiental	0.50	0.37	0.19	Compatibles
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.73	0.19	0.14	Compatibles
			Pérdida de material orgánico	0.57	0.84	0.47	**Moderados**
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	0.57	0.10	0.057	Compatibles
		Cobertura vegetal					
		Abundancia					
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	0.40	0.10	0.040	Compatibles
		Abundancia					
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	0.67	0.11	0.073	Compatibles
		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 moderados, 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 27% de infiltración total, 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 0.51 a 0.31, disminuyendo a una calidad ambiental neta de 0.20, 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 moderado, esto se debe principalmente a que en las diversas actividades contempladas a llevar a cabo durante el presente proyecto se contempla la remoción total de la capa fértil durante el despalme, lo que representa un impacto al material orgánico presente en el área de cambio de uso de suelo, lo que da como resultado una incidencia moderada, 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 de esta manera ya que como se estimó en el índice de magnitud correspondiente los niveles de emisiones de ruido en la ejecución del proyecto no irán más allá de los límites del proyecto, además de que el sitio en la cual se ejecutan las actividades se ubican lejos de algún asentamiento humano, por lo que los ruidos generados no interactuaran con población alguna reduciendo su efecto dentro del ambiente y considerando que en alrededores del área a afectar se encuentran provistas de vegetación arbórea, se genera un barrera que reduce el nivel de ruido.

Flora

Perdida de cobertura vegetal.

La pérdida de cobertura vegetal se determinó como un impacto compatible, en un principio se pudiera considera dicho impacto en un nivel más alto, sin embargo, se determinó de esta manera ya que, 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.

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.

NOM-080-SEMARNAT-1994, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 13 de enero de 1995.

NOM-044-SEMARNAT-2006, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 26 de abril de 2006.

NOM-025-SSA1-2014, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 20 de agosto de 2014.

VIASON SC, (2015), Reporte de monitoreo de gases de combustión en maquinaria pesada, Luis Donaldo Colosio, Sonora, 21 P.

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. 1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 1
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI). 2
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 4
IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL S.A. 4
IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO 4
IV.3.1.1.1 CLIMA 4
IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 9
IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 14
IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA 33
IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA 36
IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL 36
IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA 41
IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO 46
IV.3.1.2.1 FLORA 46
IV.3.1.2.2 FAUNA 139
IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 213
IV.3.1.4 PAISAJE 217
IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 225
IV.4 BIBLIOGRAFÍA 236

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del área de influencia. 2
Cuadro IV.2. Características bióticas y abióticas de las áreas de análisis. 4
Cuadro IV.3. Grupos y climas. 5
Cuadro IV.4. Climas C (templados húmedos). 5
Cuadro IV.5. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Acajete". 6
Cuadro IV.6. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Acajete". 6
Cuadro IV.7. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Zitlaltepec". 7
Cuadro IV.8. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Zitlaltepec". 7
Cuadro IV.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA. 9
Cuadro IV.10. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP. 9
Cuadro IV.11. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA. 10
Cuadro IV.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP. 10
Cuadro IV.13. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 11

Cuadro IV.14. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP. 11
Cuadro IV.15. Grado de riesgo por sequía dentro del SA. 12
Cuadro IV.16. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP. 12
Cuadro IV.17. Información del viento en CENAPRED para el SA. 13
Cuadro IV.18. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP 13
Cuadro IV.19. Fisiografía del sistema ambiental. 14
Cuadro IV.20. Provincias fisiográficas de México 16
Cuadro IV.21. Pendientes en el sistema ambiental. 19
Cuadro IV.22. Pendiente en el AI y AP. 20
Cuadro IV.23. Fallas y fracturas del SA. 21
Cuadro IV.24. Fallas y fracturas del AI y AP. 21
Cuadro IV.25. Exposiciones presentes en SA. 23
Cuadro IV.26. Exposiciones en el AI. 24
Cuadro IV.27. Exposiciones en el AP. 24
Cuadro IV.28. Elevaciones cercanas al SA. 25
Cuadro IV.29. Elevaciones cercanas al AI. 26
Cuadro IV.30. Elevaciones cercanas al AP. 26
Cuadro IV.31. Sismicidad del SA. 28
Cuadro IV.32. Sismicidad del AI y AP. 29
Cuadro IV.33. Riesgos por inundaciones del SA. 29
Cuadro IV.34. Volcanes cercanos al sistema ambiental. 31
Cuadro IV.35. Volcanes cercanos al AI y AP 31
Cuadro IV.36. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental. 35
Cuadro IV.37. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia. 36
Cuadro IV.38. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción. 36
Cuadro IV.39. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción. 36
Cuadro IV.40. Acuíferos involucrados en el Sistema Ambiental. 44
Cuadro IV.41. Balance hídrico en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 45
Cuadro IV.42. Especies para bosque de encino-pino. 48
Cuadro IV.43. Representatividad estadística del muestreo. 55
Cuadro IV.44. Unidades muéstrales en toda la población. 56
Cuadro IV.45. Intensidad de muestreo 57
Cuadro IV.46. Representatividad estadística del muestreo. 57
Cuadro IV.47. Unidades muéstrales en toda la población. 57
Cuadro IV.48. Representatividad estadística del muestreo. 58
Cuadro IV.49. Unidades muéstrales en toda la población. 58
Cuadro IV.50. Intensidad de muestreo. 59
Cuadro IV.51. Coordenadas de muestreo realizado por estrato de vegetación. 59
Cuadro IV.52. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de los diferentes estratos. 64
Cuadro IV.53. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de los diferentes estratos. 67
Cuadro IV.54. Coordenadas de los vértices sitios de muestreo del estrato herbáceo 67
Cuadro IV.55. Muestreo del estrato arbóreo 69
Cuadro IV.56. Muestreo del estrato arbustivo. 74
Cuadro IV.57. Muestreo del estrato herbáceo. 77

Cuadro IV.58. Muestreo del estrato de epífitas y/o cactáceas. 79
Cuadro IV.59. Especies presentes por sitio de muestreo (1) 81
Cuadro IV.60. Especies presentes por sitio de muestreo (2) 81
Cuadro IV.61. Especies presentes por sitio de muestreo (3) 82
Cuadro IV.62. Especies presentes por sitio de muestreo (4). 83
Cuadro IV.63. Especies presentes por sitio de muestreo (1) 83
Cuadro IV.64. Especies presentes por sitio de muestreo (2) 84
Cuadro IV.65. Especies presentes por sitio de muestreo (3) 84
Cuadro IV.66. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA 85
Cuadro IV.67. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AI. 87
Cuadro IV.68. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP. 88
Cuadro IV.69. Distribución de las especies presentes en el SA. 88
Cuadro IV.70. Distribución de las especies presentes en el AI 90
Cuadro IV.71. Distribución de las especies presentes en el AP 91
Cuadro IV.72. Riqueza específica de flora en el área del AP. 95
Cuadro IV.73. Riqueza específica de flora en el área del AI 95
Cuadro IV.74. Riqueza específica de flora en el área del AP. 96
Cuadro IV.75. Individuos por hectárea y totales en el SA 97
Cuadro IV.76. Individuos por hectárea y totales en el AI. 99
Cuadro IV.77. Individuos por hectárea y totales en el AP 100
Cuadro IV.78. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson arbóreo 102
Cuadro IV.79. Cálculo del Índice de diversidad Simpson arbustivo. 103
Cuadro IV.80. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson herbáceo. 103
Cuadro IV.81. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson epífitas y/o cactáceas 104
Cuadro IV.82. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbóreo. 105
Cuadro IV.83. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbustivo 105
Cuadro IV.84. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato herbáceo 106
Cuadro IV.85. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson epífitas y/o cactáceas. 106
Cuadro IV.86. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbóreo. 106
Cuadro IV.87. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbustivo 107
Cuadro IV.88. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato herbáceo. 108
Cuadro IV.89. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener arbóreo 109
Cuadro IV.90. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener arbustivo. 110
Cuadro IV.91. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener herbáceo. 110
Cuadro IV.92. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener epífitas y/o cactáceas. 111
Cuadro IV.93. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo 112
Cuadro IV.94. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo 112
Cuadro IV.95. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo. 113
Cuadro IV.96. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener estrato epífitas y/o cactáceas 113
Cuadro IV.97. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo. 113
Cuadro IV.98. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo 114
Cuadro IV.99. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo 114
Cuadro IV.100. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo 117
Cuadro IV.101. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo 118

Cuadro IV.102. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo. 119
Cuadro IV.103. Índice de Valor de Importancia estrato epífitas y/o cactáceas. 119
Cuadro IV.104. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo 120
Cuadro IV.105. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo. 121
Cuadro IV.106. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo 122
Cuadro IV.107. Índice de Valor de Importancia estrato epífitas y/o cactáceas 122
Cuadro IV.108. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo. 123
Cuadro IV.109. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo 123
Cuadro IV.110. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo 124
Cuadro IV.111. Listado potencial de avifauna en el Sistema Ambiental. Pr (Sujeta a protección especial), LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada) 147
Cuadro IV.112. Listado potencial de mastofauna en el Sistema Ambiental. A (Amenazada), LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada) 153
Cuadro IV.113. Listado potencial de herpetofauna en el Sistema Ambiental. Pr (Sujeta a protección especial), A (Amenazada), LC (Preocupación menor), EN (En peligro), VU (Vulnerable) 154
Cuadro IV.114. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema Ambiental. 165
Cuadro IV.115. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema Ambiental 165
Cuadro IV.116. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Área de Influencia 166
Cuadro IV.117. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Área de Influencia 166
Cuadro IV.118. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Área del Proyecto. 167
Cuadro IV.119. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Área del Proyecto 167
Cuadro IV.120. Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el Sistema Ambiental. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor), MI (Migratoria de Invierno), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro) 168
Cuadro IV.121. Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Sistema Ambiental 169
Cuadro IV.122. Riqueza específica de la avifauna en el Sistema Ambiental 171
Cuadro IV.123. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el Sistema Ambiental 171
Cuadro IV.124. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el Sistema Ambiental 172
Cuadro IV.125. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas en el Sistema Ambiental 173
Cuadro IV.126. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Sistema Ambiental 174
Cuadro IV.127. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos . 174
Cuadro IV.128. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico 175
Cuadro IV.129. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Sistema Ambiental. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor) 175
Cuadro IV.130. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema Ambiental .. 176
Cuadro IV.131. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema Ambiental 177

Cuadro IV.132. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el Sistema Ambiental 177
Cuadro IV.133. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el Sistema Ambiental ... 177
Cuadro IV.134. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Sistema Ambiental 178
Cuadro IV.135. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos 178
Cuadro IV.136. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico 179
Cuadro IV.137. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial..... 179
Cuadro IV.138. Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el Sistema Ambiental. SC (Sin categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor) 180
Cuadro IV.139. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema Ambiental 180
Cuadro IV.140. Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema Ambiental 181
Cuadro IV.141. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el Sistema Ambiental 182
Cuadro IV.142. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema Ambiental . 182
Cuadro IV.143. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema Ambiental. 183
Cuadro IV.144. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema Ambiental..... 183
Cuadro IV.145. Especies acumuladas de herpetofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos 183
Cuadro IV.146. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial 184
Cuadro IV.147. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el Área de Influencia. SC (Sin Categoría), LC (Preocupación menor), MI (Migratoria de Invierno), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro) 185
Cuadro IV.148. Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Área de Influencia..... 185
Cuadro IV.149. Riqueza específica de avifauna en el Área de Influencia..... 187
Cuadro IV.150. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el Área de Influencia. 187
Cuadro IV.151. Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el Área de Influencia..... 187
Cuadro IV.152. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas en el Área de Influencia 188
Cuadro IV.153. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Área de Influencia..... 188
Cuadro IV.154. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos . 189
Cuadro IV.155. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico..... 189
Cuadro IV.156. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Área de Influencia. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor) 190
Cuadro IV.157. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Área de Influencia ... 190
Cuadro IV.158. Riqueza específica de mastofauna en el Área de Influencia..... 191
Cuadro IV.159. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el Área de Influencia 192
Cuadro IV.160. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el Área de Influencia..... 192
Cuadro IV.161. Índice de diversidad de Margalef de las especies de mastofauna registradas en el Área de Influencia 192
Cuadro IV.162. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Área de Influencia 193
Cuadro IV.163. Listado de especies de herpetofauna registradas en el Área de Influencia. SC (Sin Categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor)..... 193
Cuadro IV.164. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Área de Influencia . 194

Cuadro IV.165. Riqueza específica de herpetofauna en el Área de Influencia 195
Cuadro IV.166. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el Área de Influencia. . 195
Cuadro IV.167. Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna presente en el Área de Influencia 196
Cuadro IV.168. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el Área de Influencia 196
Cuadro IV.169. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Área de Influencia 196
Cuadro IV.170. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el Área del Proyecto. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor), MI (Migratoria de Invierno), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro) 197
Cuadro IV.171. Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el Área del Proyecto 198
Cuadro IV.172. Riqueza específica de la avifauna registrada en el Área del Proyecto 199
Cuadro IV.173. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el Área del Proyecto 199
Cuadro IV.174. Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el Área del Proyecto 199
Cuadro IV.175. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas en el Área del Proyecto 200
Cuadro IV.176. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos . 200
Cuadro IV.177. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico 201
Cuadro IV.178. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Área del Proyecto. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor) 201
Cuadro IV.179. Riqueza específica de mastofauna en el Área del Proyecto 202
Cuadro IV.180. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el Área del Proyecto 203
Cuadro IV.181. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el Área del Proyecto 203
Cuadro IV.182. Índice de diversidad de Margalef de las especies de mastofauna registradas en el Área del Proyecto 203
Cuadro IV.183. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Área del Proyecto 204
Cuadro IV.184. Listado de especies de herpetofauna registradas en el Área del Proyecto. SC (Sin Categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor) 204
Cuadro IV.185. Riqueza específica de herpetofauna en el Área del Proyecto 205
Cuadro IV.186. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el Área del Proyecto .. 205
Cuadro IV.187. Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna presente en el Área del Proyecto 206
Cuadro IV.188. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el Área del Proyecto 206
Cuadro IV.189. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Área del Proyecto 206
Cuadro IV.190. Especie de fauna silvestre enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 207
Cuadro IV.191. Ficha técnica de *Tamnophis eques* 208
Cuadro IV.192. Comparativo de la riqueza específica de la fauna silvestre en las tres unidades de análisis 209
Cuadro IV.193. Comparativo de las métricas de biodiversidad para la fauna silvestre en las tres unidades de análisis 210
Cuadro IV.194. Datos demográficos del municipio de Acajete. 214
Cuadro IV.195. Distribución de la población 214
Cuadro IV.196. Índices e indicadores del municipio de Acajete. 215
Cuadro IV.197. Indicadores de participación económica. 215
Cuadro IV.198. Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010. 216
Cuadro IV.199. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010. 216

Cuadro IV.200. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010. 216
Cuadro IV.201. Derechohabiencia. 217
Cuadro IV.202. Número de unidades de salud, según tipo. 217
Cuadro IV.203. Factor de visibilidad y valor de los criterios. 221
Cuadro IV.204. Criterios de categorización del paisaje. 221
Cuadro IV.205. Criterios de valoración. 222
Cuadro IV.206. Calidad intrínseca del paisaje. 224
Cuadro IV.207. Factor de visibilidad 225
Cuadro IV.208. Índice de calidad del paisaje. 225
Cuadro IV.209. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire. 226
Cuadro IV.210. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo. 226
Cuadro IV.211. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua. 226
Cuadro IV.212. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna. 227
Cuadro IV.213. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica. 227
Cuadro IV.214. Categorización de la calidad ambiental obtenida. 228
Cuadro IV.215. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo. 228
Cuadro IV.216. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua. 229
Cuadro IV.217. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire. 231
Cuadro IV.218. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna. 232
Cuadro IV.219. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico. 233
Cuadro IV.220. Resumen del índice de calidad ambiental. 234

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Criterios empleados para la determinación del sistema ambiental. 1
Figura IV.2. Área de influencia del proyecto. 3
Figura IV.3. Representación gráfica de la temperatura de la estación Acajete. 6
Figura IV.4. Representación gráfica de la precipitación de la estación Acajete. 7
Figura IV.5. Representación gráfica de la temperatura de la estación Zitlaltepec. 7
Figura IV.6. Representación gráfica de la precipitación de la estación Zitlaltepec. 8
Figura IV.7. Clima del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 8
Figura IV.8. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA, AI y AP. 10
Figura IV.9. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA, AI y AP. 11
Figura IV.10. Grado de riesgo de granizo dentro del SA, AI y AP. 12
Figura IV.11. Grado de riesgo por sequía en el SA, AI y AP. 13
Figura IV.12. Mapa de vientos presentes en SA, AI y AP. 14
Figura IV.13. Mapa de topoformas del SA, AI y AP 15
Figura IV.14. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. 16
Figura IV.15. Provincia en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 18
Figura IV.16. Subprovincia fisiográfica del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 19
Figura IV.17. Pendientes en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 20
Figura IV.18. Fracturas del SA. 21
Figura IV.19. Fallas y fracturas dentro del AI. 22
Figura IV.20. Fallas y fracturas dentro del AP. 22
Figura IV.21. Exposiciones del SA, AI y AP. 23

Figura IV.22. Características geológicas del SA, AI y AP. 25
Figura IV.23. Elevaciones en el SA. 26
Figura IV.24. Elevaciones en el AI. 27
Figura IV.25. Elevaciones en el AP. 27
Figura IV.26. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA, AI y AP. 28
Figura IV.27. Sismicidad del SA, AI y AP. 29
Figura IV.28. Riesgo por inundación dentro del SA. 30
Figura IV.29. Riesgo por inundación dentro del AI. 30
Figura IV.30. Riesgo por inundación dentro del AP. 31
Figura IV.31. Volcanes activo cercanos al SA. 32
Figura IV.32. Volcanes activos, cercanos al AI. 32
Figura IV.33. Volcanes activos, cercanos al AP. 33
Figura IV.34. Tipo de suelo en el SA, AI y AP. 34
Figura IV.35. SA, AI y AP dentro de la Región Hidrográfica. 39
Figura IV.36. SA, AI y AP dentro de la cuenca hidrográfica. 39
Figura IV.37. SA, AI y AP dentro de la subcuenca hidrográfica. 40
Figura IV.38. Hidrología del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 40
Figura IV.39. Hidrología subterránea del SA, AI y AP. 44
Figura IV.40. Uso de suelo en las áreas del proyecto, AI y SA, de acuerdo a INEGI serie VI 47
Figura IV.41. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbóreo. 62
Figura IV.42. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbustivo. 63
Figura IV.43. Mapa de los sitios de muestreo estrato herbáceo 63
Figura IV.44. Mapa de los sitios de muestreo estrato epífitas y/o cactáceas. 64
Figura IV.45. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbóreo. 65
Figura IV.46. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbustivo. 65
Figura IV.47. Mapa de los sitios de muestreo estrato herbáceo 66
Figura IV.48. Mapa de los sitios de muestreo estrato epífitas y/o cactáceas. 66
Figura IV.49. Mapa del muestreo del estrato arbóreo 68
Figura IV.50. Mapa del muestreo del estrato arbustivo. 68
Figura IV.51. Mapa del muestreo del estrato herbáceo 69
Figura IV.52. Riqueza especifica por estrato 95
Figura IV.53. Riqueza especifica por estrato 96
Figura IV.54. Riqueza especifica por estrato. 96
Figura IV.55. AICA'S cercanas a las unidades de análisis 126
Figura IV.56. ANP'S cercanas a las unidades de análisis 127
Figura IV.57. Corredores biológicos cercanos a las unidades de análisis 127
Figura IV.58. Mapa de ubicación de las unidades de análisis dentro de la Ecorregión 13.3.1.2. 128
Figura IV.59. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas 129
Figura IV.60. RHP's cercanas. 129
Figura IV.61. RTP'S cercanas 130
Figura IV.62. Sitios Ramsar cercanas 131
Figura IV.63. AICA'S cercanas a las AI 132
Figura IV.64. ANP'S cercanas a las unidades de análisis 132
Figura IV.65. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas 133

Figura IV.66. RHP's cercanas 134
Figura IV.67. RTP'S cercanas 134
Figura IV.68. Sitios Ramsar cercanas. 135
Figura IV.69. AICA'S cercanas a las unidades de análisis 136
Figura IV.70. ANP'S cercanas a las unidades de análisis 136
Figura IV.71. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas 137
Figura IV.72. RHP's cercanas 138
Figura IV.73. RTP'S cercanas 138
Figura IV.74. Sitios Ramsar cercanos 139
Figura IV.75. Rutas de vuelo de aves migratorias de América del Norte en relación al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental. 141
Figura IV.76. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental. 142
Figura IV.77. Áreas de conservación de especies con respecto al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental. 143
Figura IV.78. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental 144
Figura IV.79. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna en las tres unidades de análisis 157
Figura IV.80. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna en las tres unidades de análisis 159
Figura IV.81. Curva de acumulación de especies 161
Figura IV.82. 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) 161
Figura IV.83. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en el Sistema Ambiental 165
Figura IV.84. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en el Área de Influencia 166
Figura IV.85. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en el Área del Proyecto 168
Figura IV.86. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registrados en el Sistema Ambiental 171
Figura IV.87. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico 174
Figura IV.88. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema Ambiental 176
Figura IV.89. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico 179
Figura IV.90. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema Ambiental 181
Figura IV.91. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico 184
Figura IV.92. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el Área de Influencia 186
Figura IV.93. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico 189
Figura IV.94. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Área de Influencia 191

Figura IV.95. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Área de Influencia 195
Figura IV.96. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el Área del Proyecto 198
Figura IV.97. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico..... 201
Figura IV.98. Distribución potencial permanente de Thamnophis eques en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/. 207
Figura IV.99. Comparativo de la riqueza específica de fauna silvestre 209
Figura IV.100. Comparativo de las métricas de biodiversidad de fauna silvestre en las tres unidades de análisis ... 211
Figura IV.101. Ubicación del municipio de Acajete en el contexto estatal..... 214
Figura IV.102. Distribución de la población con base en el sexo, 2010. 215

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:

- *Parteaguas; e*s una línea divisora, que puede ser imaginaria o real, la cual señala una frontera, esta une los puntos máximos de altura entre dos laderas adyacentes, pero de exposiciones opuestas.
- *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.

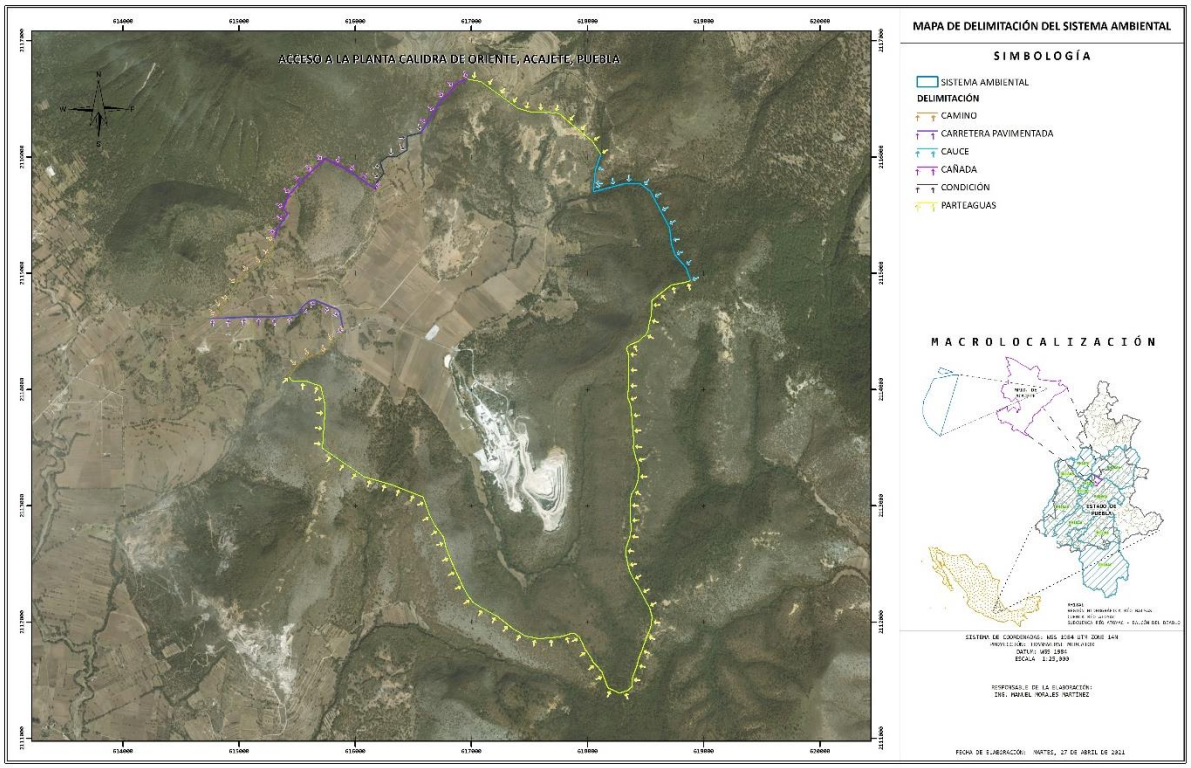


Figura IV.1. Criterios empleados para la determinación del sistema ambiental.

Nota: En el ANEXO 6. COORDENADAS UTM DE LAS UA**,** se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 del sistema ambiental delimitado, el cual tiene una superficie de 1,112.2306 hectáreas.

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 9.5094 hectáreas.

La superficie del presente proyecto es de 0.9135 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.1. Coordenadas del área de influencia.

VÉRTICE	X	Y	N	W
1	617055.72	2114324.24	19° 7' 7.009" N	97° 53' 13.542" W
2	617052.27	2114308.29	19° 7' 6.491" N	97° 53' 13.663" W
3	616997.95	2114129.02	19° 7' 0.670" N	97° 53' 15.561" W
4	616988.85	2114108.02	19° 6' 59.989" N	97° 53' 15.877" W
5	616977.43	2114092.08	19° 6' 59.473" N	97° 53' 16.271" W
6	616963.13	2114078.68	19° 6' 59.040" N	97° 53' 16.764" W
7	616946.48	2114068.33	19° 6' 58.707" N	97° 53' 17.336" W
8	616928.13	2114061.43	19° 6' 58.486" N	97° 53' 17.965" W
9	616908.79	2114058.23	19° 6' 58.386" N	97° 53' 18.628" W
10	616889.20	2114058.87	19° 6' 58.411" N	97° 53' 19.298" W
11	616870.11	2114063.33	19° 6' 58.560" N	97° 53' 19.950" W
12	616852.25	2114071.42	19° 6' 58.827" N	97° 53' 20.560" W
13	616827.38	2114091.73	19° 6' 59.493" N	97° 53' 21.406" W
14	616804.84	2114117.19	19° 7' 0.325" N	97° 53' 22.172" W
15	616804.53	2114117.54	19° 7' 0.337" N	97° 53' 22.183" W
16	616781.81	2114153.25	19° 7' 1.503" N	97° 53' 22.953" W
17	616773.47	2114170.39	19° 7' 2.063" N	97° 53' 23.234" W
18	616764.22	2114195.09	19° 7' 2.868" N	97° 53' 23.546" W
19	616758.53	2114217.34	19° 7' 3.593" N	97° 53' 23.735" W
20	616756.16	2114236.73	19° 7' 4.224" N	97° 53' 23.812" W
21	616755.30	2114273.12	19° 7' 5.408" N	97° 53' 23.834" W
22	616755.92	2114286.81	19° 7' 5.853" N	97° 53' 23.809" W
23	616766.58	2114380.22	19° 7' 8.890" N	97° 53' 23.425" W

VÉRTICE	X	Y	N	W
24	616771.24	2114401.03	19° 7' 9.566" N	97° 53' 23.260" W
25	616779.33	2114418.89	19° 7' 10.145" N	97° 53' 22.980" W
26	616790.75	2114434.82	19° 7' 10.661" N	97° 53' 22.585" W
27	616805.06	2114448.22	19° 7' 11.094" N	97° 53' 22.093" W
28	616821.70	2114458.57	19° 7' 11.427" N	97° 53' 21.521" W
29	616840.05	2114465.48	19° 7' 11.648" N	97° 53' 20.892" W
30	616859.39	2114468.67	19° 7' 11.748" N	97° 53' 20.229" W
31	616878.98	2114468.03	19° 7' 11.723" N	97° 53' 19.559" W
32	616897.91	2114463.64	19° 7' 11.576" N	97° 53' 18.912" W
33	616949.09	2114446.36	19° 7' 11.003" N	97° 53' 17.164" W
34	616949.26	2114446.31	19° 7' 11.002" N	97° 53' 17.158" W
35	616990.69	2114431.29	19° 7' 10.504" N	97° 53' 15.744" W
36	617006.57	2114423.89	19° 7' 10.261" N	97° 53' 15.202" W
37	617022.51	2114412.47	19° 7' 9.886" N	97° 53' 14.659" W
38	617035.91	2114398.17	19° 7' 9.418" N	97° 53' 14.203" W
39	617046.26	2114381.52	19° 7' 8.874" N	97° 53' 13.853" W
40	617053.16	2114363.17	19° 7' 8.276" N	97° 53' 13.621" W
41	617056.36	2114343.83	19° 7' 7.646" N	97° 53' 13.515" W

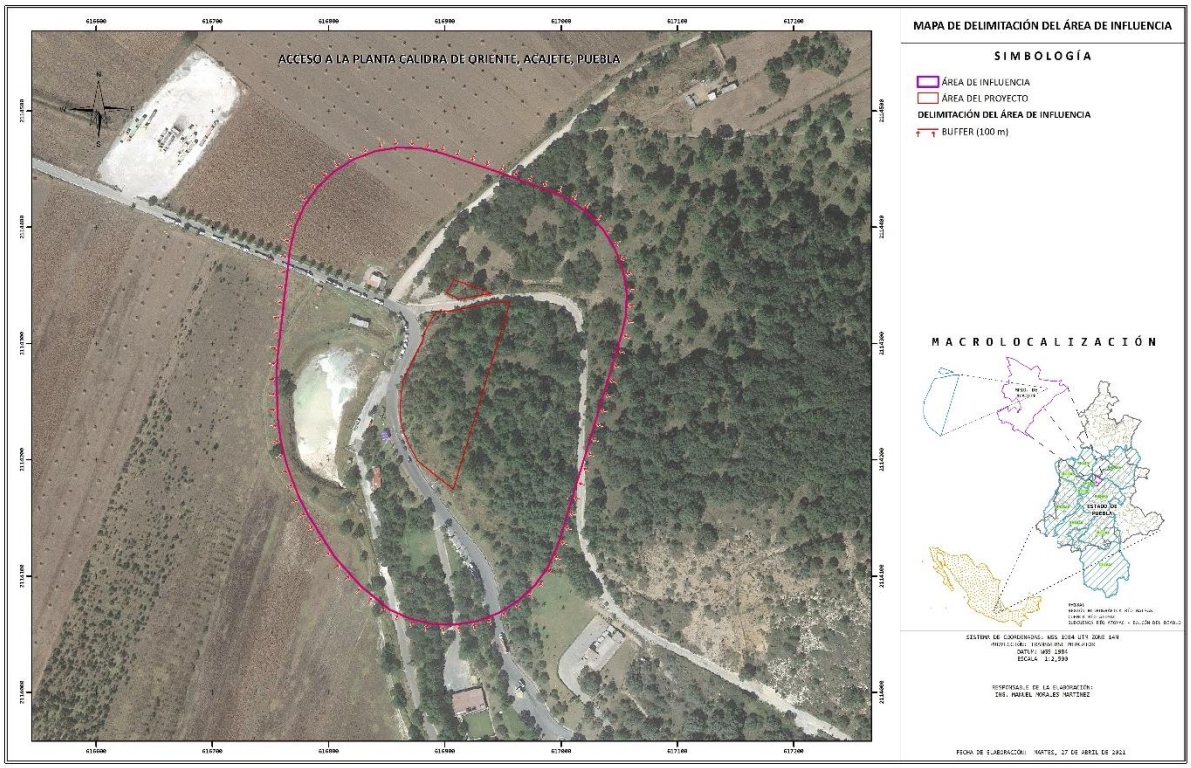


Figura IV.2. Área de influencia del proyecto.

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.2. Características bióticas y abióticas de las áreas de análisis.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE CLIMA	VIENTO	FISIOGRAFÍA	GEOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	HIDROGRAFÍA	TIPOS DE VEGETACIÓN
SISTEMA AMBIENTAL	1,112.2306	C(w2)(w): Templado subhúmedo.	Velocidad del viento: **Zona A**, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	Forma parte de la provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	**Q(Vc)** Clase Sedimentaria, Tipo Volcanoclástico de la Era Cenozoico	**Be+Je+Hc/1** Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura gruesa	RH18 - Río Balsas Cuanca "A" Rio Atoyac	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino
					Ki(cz) Clase Sedimentaria, Tipo Caliza de la Era Mesozoico	**Th+To/2/L** Suelo predominante andosol húmico, con tipo de textura media		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino
ÁREA DE INFLUENCIA	9.5094				**Ts(Igei)** Clase Ígnea extrusiva, Tipo Ígnea extrusiva básica de la Era Cenozoico			Bosque de encino-pino
ÁREA DEL PROYECTO	0.9135 ha Correspondiente a superficie forestal							Algunas de las especies vegetales encontradas en el área del proyecto son: *Ageratina petiolaris, Baccharis salicifolia, Bouteloua scorpioides, Cynodon dactylon, Eysenhardtia polystachya, Nolina longifolia, Perymenium discolor, Quercus castanea, etc.*

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.3. 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.4. Climas C (templados húmedos).

Grupo	Características	Clave	Clave (componentes)	Subdivisiones E. García		Subtipos	
C	Climas templados húmedos	C(w2)	C + (w2)	**C**	Templado (Temperatura media anual entre 12° y 18°C)	(w)	Los más húmedos de los subhúmedos con un cociente P7T (precipitación total anual en mm, sobre temperatura media anual °C) mayor de 55.0

Sistema ambiental

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

Templado, subhúmedo C (w2) (w).

Subhúmedo con lluvias en verano, y sequía en invierno, % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Temperatura del mes más frío entre -3° y 18°C. Los más húmedos de los subhúmedos con un cociente P7T (precipitación total anual en mm, sobre temperatura media anual °C) mayor de 55.0.

DATOS CLIMATOLÓGICOS

A continuación se presentan los datos de temperatura y precipitación reportados en la estación climatológica N° 21136 correspondiente a “Acajete” y de la estación N° 29026 correspondiente a “Zitlaltepec” ya que son la más cercana al SA, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, en el cual se puede consultar la información climatológica nacional.

Temperatura

En los siguientes cuadros se muestran los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas “Acajete” y “Zitlaltepec”, que van desde el año 1981 hasta el año 2010, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

ESTACIÓN 21136 ACAJETE

Cuadro IV.5. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Acajete".

Temperatura	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Max. Normal	21.8	22.6	25.6	25.9	25.3	23.6	23.1	23.3	22.8	23.3	22.7	21.7	23.5
Max. Mensual	24.1	25.6	32.5	28.9	29.5	26.8	26.2	26.5	26	26.4	25.4	24.1	
Max. Diaria	29.0	32.0	36.0	34.0	34.0	34.0	32.0	31.0	31.0	30.0	32.0	29.0	
Media	12.2	12.8	15	16	16.1	15.6	15	15.1	15.2	14.7	13.4	11.9	14.4
Min. Normal	2.6	3.0	4.4	6.0	6.9	7.6	6.9	6.8	7.6	6.2	4.0	2.0	5.3
Min. Mensual	-1.9	-0.2	2.1	2.4	3.8	5.1	4.5	4.4	6.1	1.6	-1.0	-4.5	
Min. Diaria	-7.0	-7.0	-5.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	1.0	-3.0	-6.0	-9.0	

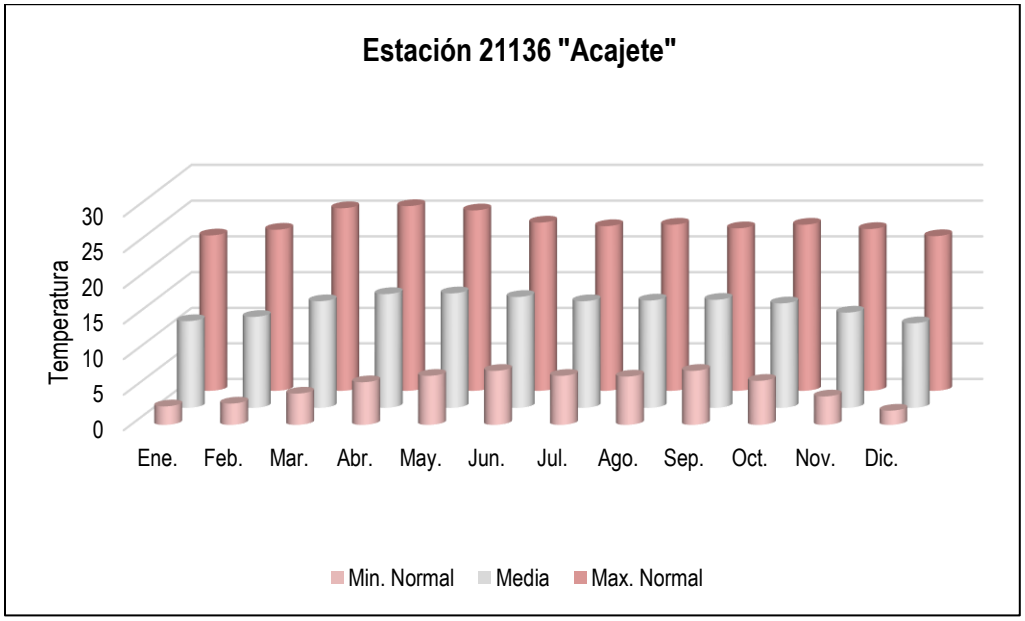


Figura IV.3. Representación gráfica de la temperatura de la estación Acajete.

Precipitación

Cuadro IV.6. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Acajete".

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Normal	12.5	17.0	11.1	36.9	108.4	159.4	107.4	121.7	124.8	45.6	8.4	1.8	755.1
Max. Mensual	76.3	71.9	56.0	120.0	380.0	281.0	316.0	300.0	195.0	139.6	49.5	9.0	
Max. Diaria	45.3	54.0	22.0	36.0	40.0	70.0	55.5	57.0	82.0	66.0	12.0	9.0	

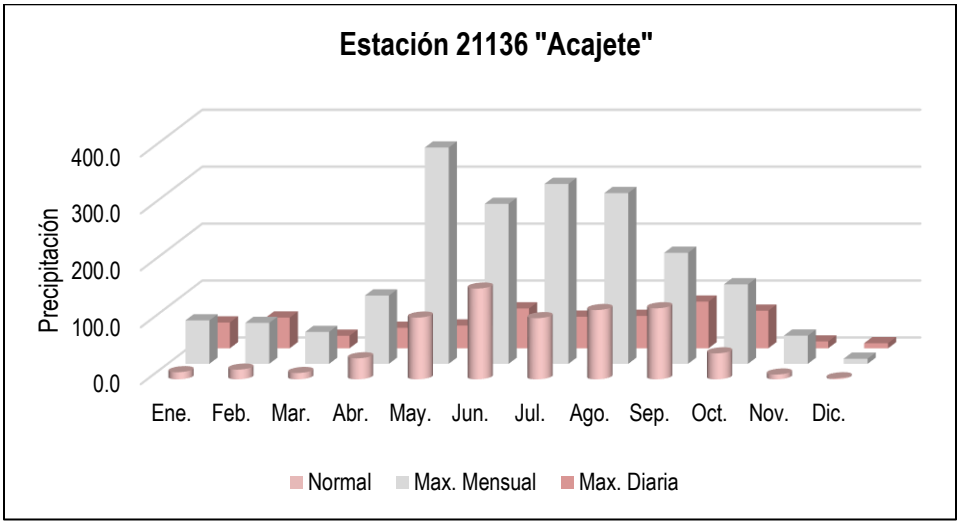


Figura IV.4. Representación gráfica de la precipitación de la estación Acajete.

ESTACIÓN 29026 ZITLALTEPEC

Cuadro IV.7. Registro de la temperatura, estación meteorológica "Zitlaltepec".

Temperatura	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Max. Normal	19.9	21.7	23.7	25.0	24.6	23.4	22.6	22.6	21.9	21.9	21.3	20.4	22.4
Max. Mensual	21.5	23.9	25.8	28.3	29.8	27.7	24.3	24.7	24.0	23.0	23.2	22.0	
Max. Diaria	26.0	29.0	31.0	37.0	35.0	32.0	34.0	30.0	30.0	28.0	30.0	35.0	
Media	10.8	12.3	14.3	15.8	16.1	15.9	15	15	14.8	13.7	12.3	11.2	13.9
Min. Normal	1.7	2.9	4.8	6.7	7.5	8.4	7.3	7.3	7.7	5.5	3.4	2.1	5.4
Min. Mensual	-1.1	1.2	1.8	5.4	6.3	6.8	6	5.7	5.9	1.3	1.6	-1	
Min. Diaria	-9.0	-7.0	-6.0	-3.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-5.0	-6.0	-10.0	

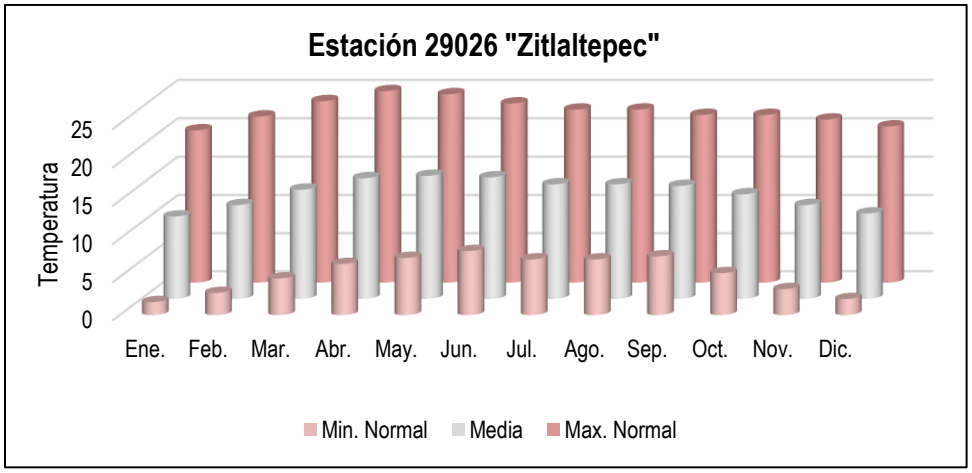


Figura IV.5. Representación gráfica de la temperatura de la estación Zitlaltepec.

Cuadro IV.8. Registro de la precipitación, estación meteorológica "Zitlaltepec".

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Normal	17.6	15.6	22.0	51.8	103.0	151.7	102.0	116.7	99.3	63.1	16.5	7.4	766.7

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Max. Mensual	88.5	107.5	71.0	128.0	196.0	291.7	239.5	193.6	387.5	239.5	76.5	38.5	
Max. Diaria	45.0	66.5	40.0	35.5	45.5	90.0	49.0	59.0	68.0	60.0	25.5	19.0	

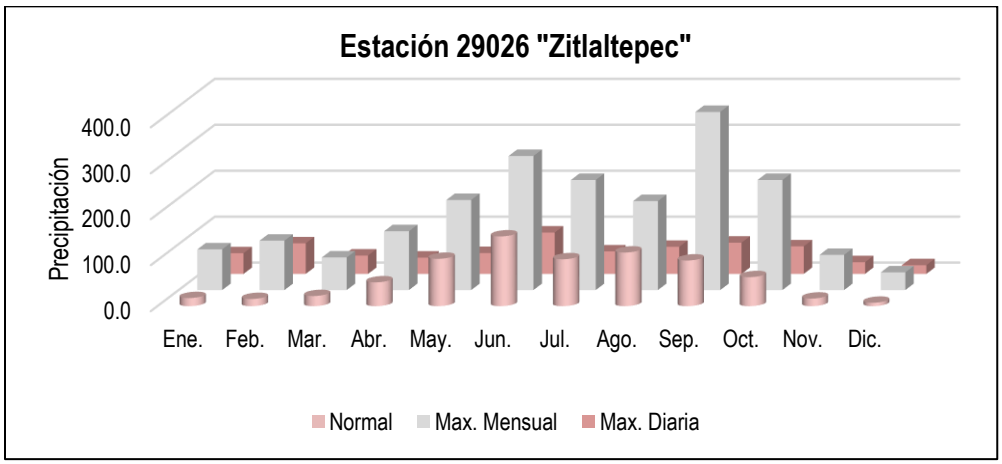


Figura IV.6. Representación gráfica de la precipitación de la estación Zitlaltepec.

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, que es el templado subhúmedo, con lluvias en verano C (w2) (w), tal y como se muestra en la figura siguiente.

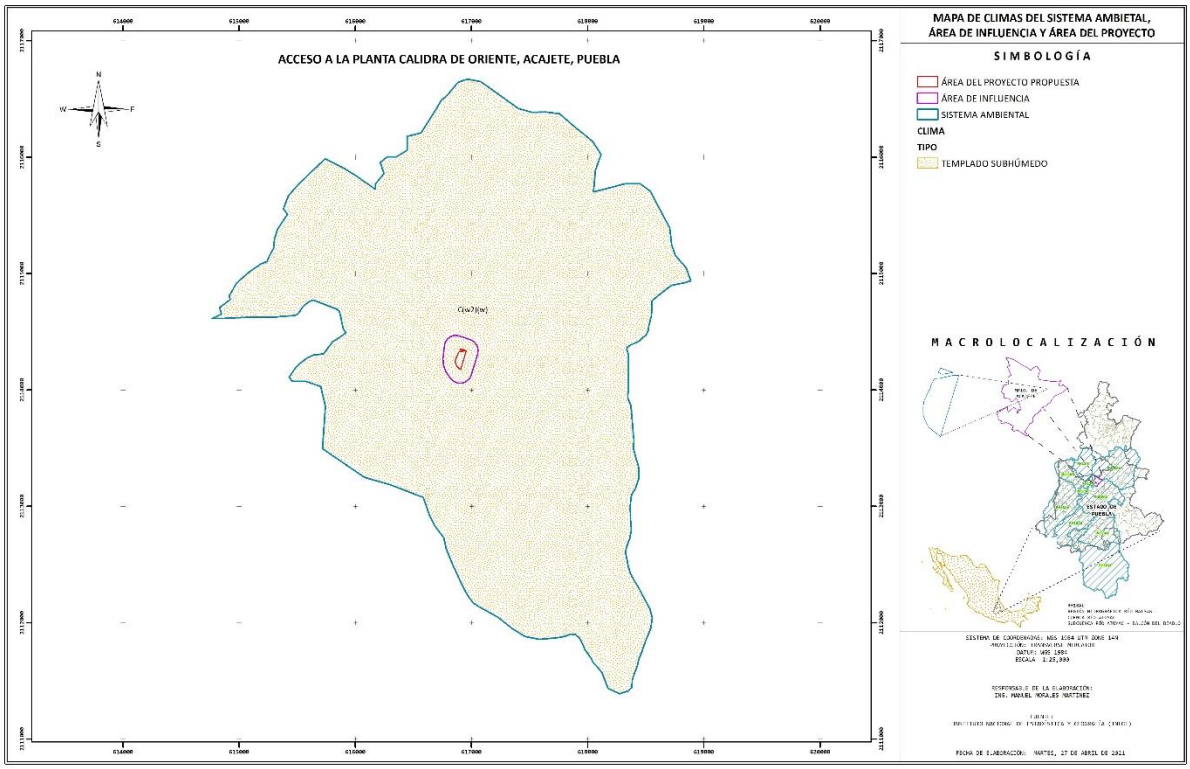


Figura IV.7. Clima del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

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[i], 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[ii]; 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.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Muy bajo	1,107.1998
Nopalucan	Puebla	Muy bajo	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

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.10. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA
Acajete	Puebla	Muy bajo	AI	9.5094
			AP	0.9135

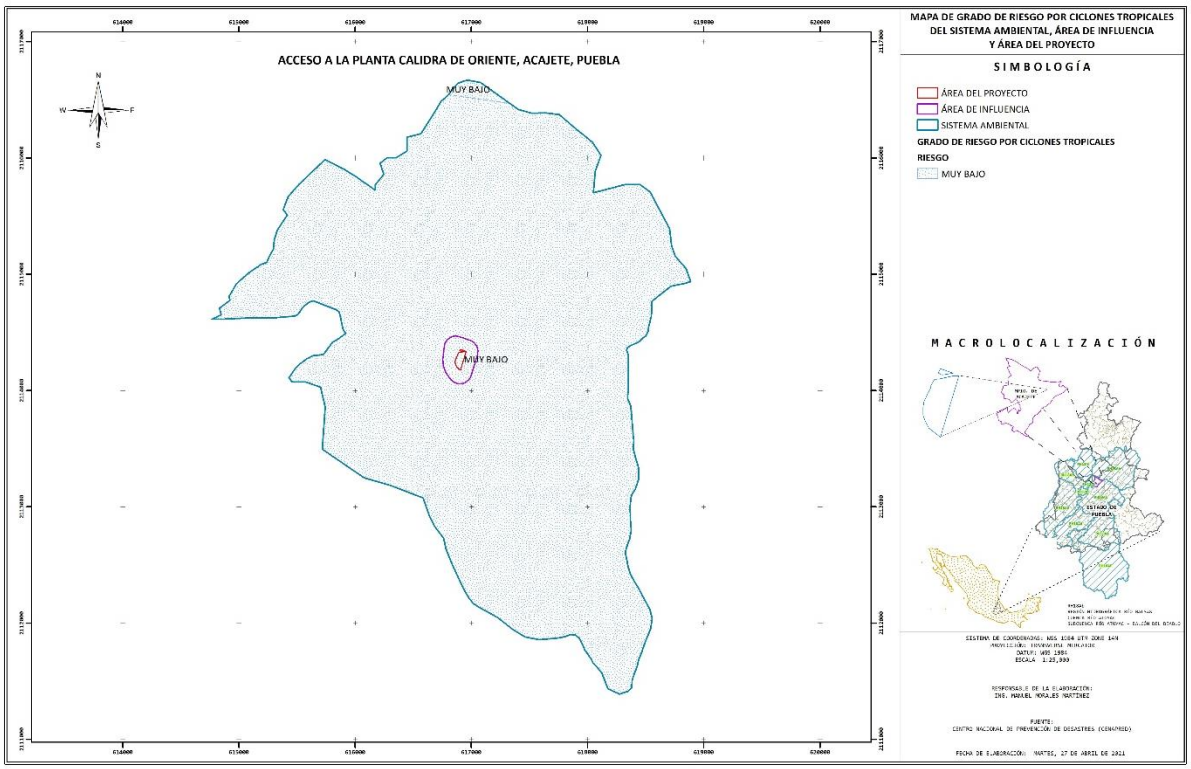


Figura IV.8. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA, AI y AP.

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 medio en cuanto a la incidencia de tormentas eléctricas como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.11. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Medio	1107.1998
Nopalucan	Puebla	Medio	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera 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.12. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA
Acajete	Puebla	Medio	AI	9.5094
			AP	0.9135

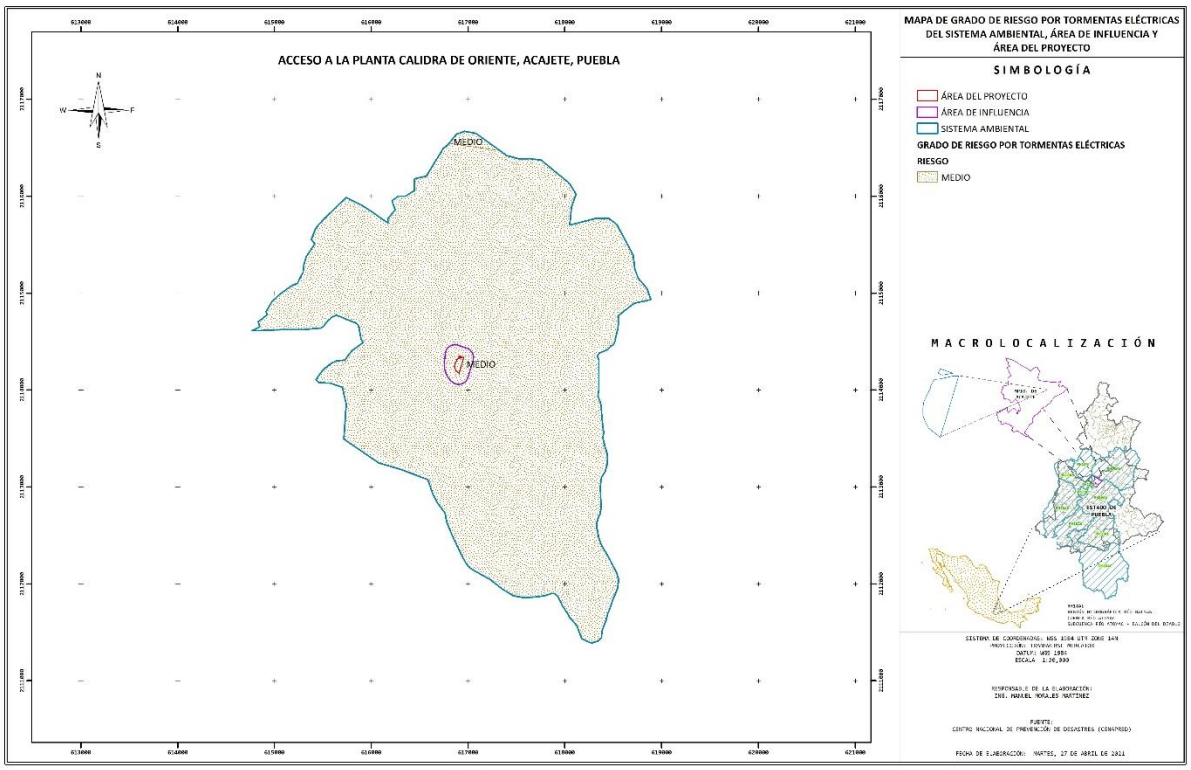


Figura IV.9. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA, AI y AP.

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 muy alto de riesgo por granizo.

Cuadro IV.13. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Muy alto	1,107.1998
Nopalucan	Puebla	Muy alto	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera en el área de influencia y área del proyecto presentan el riesgo por granizo muy alto, como se muestra a continuación.

Cuadro IV.14. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Muy alto	AI	9.5094
			AP	0.9135

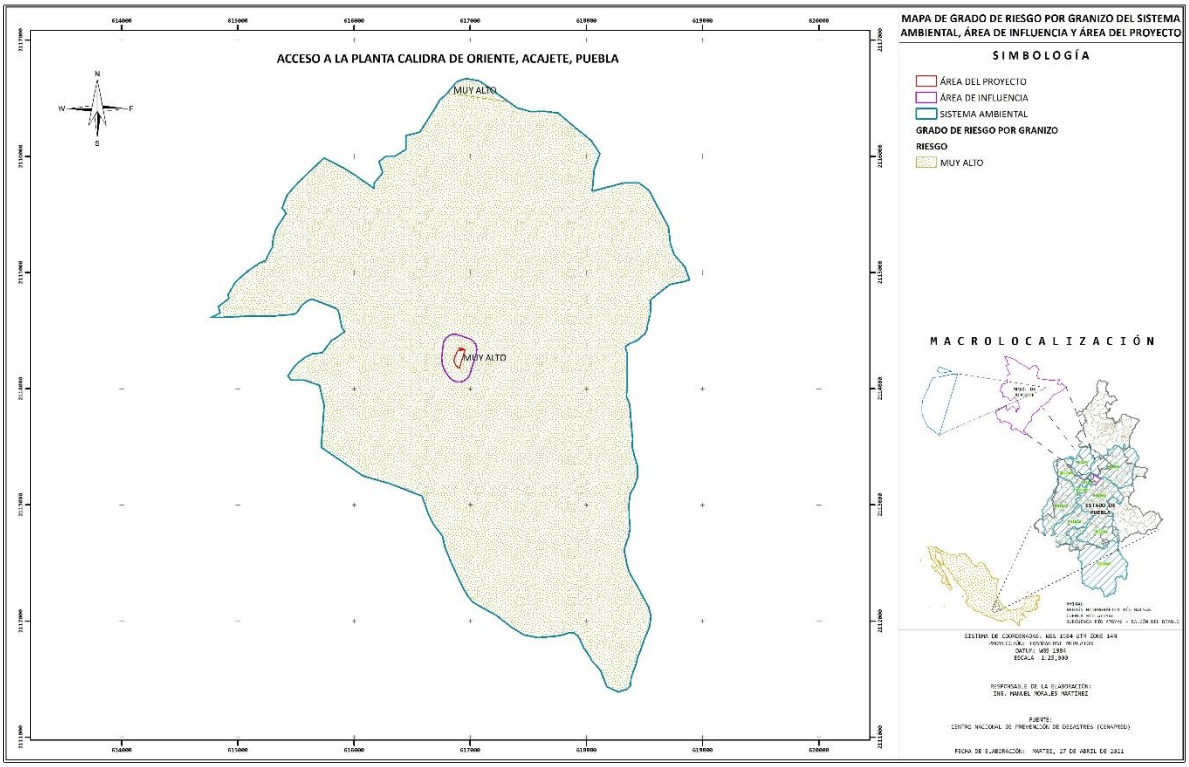


Figura IV.10. Grado de riesgo de granizo dentro del SA, AI y AP.

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 bajo como se muestra a continuación.

Cuadro IV.15. Grado de riesgo por sequía dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Medio	1,107.1998
Nopalucan	Puebla	Bajo	5.0308
TOTAL			**1,112.2306**

Área de influencia y área del proyecto

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

Cuadro IV.16. Grado de riesgo por sequía dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
Acajete	Puebla	Medio	AI	9.5094

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	UNIDAD DE ANÁLISIS	SUPERFICIE (HA)
			AP	0.9135

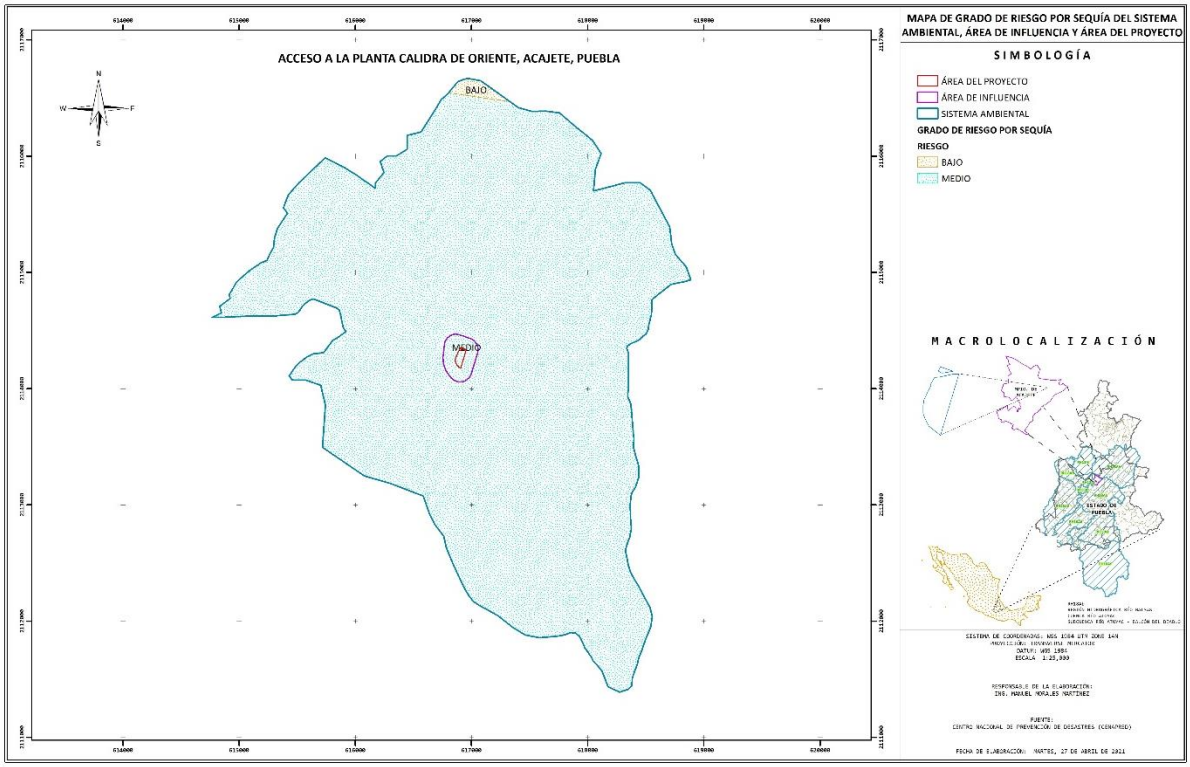


Figura IV.11. Grado de riesgo por sequía en el SA, AI y AP.

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.17. Información del viento en CENAPRED para el SA.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
A	bajo	100 a 130

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.18. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
A	bajo	100 a 130

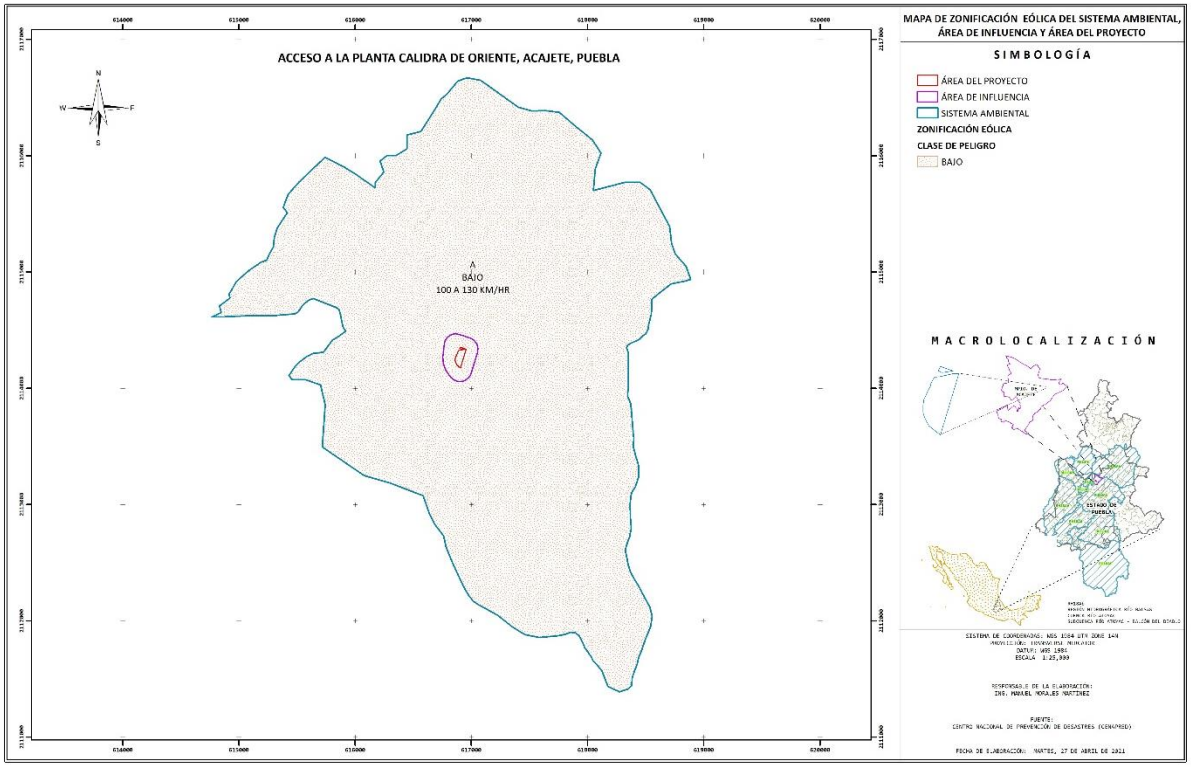


Figura IV.12. Mapa de vientos presentes en SA, AI y AP.

IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental se presenta la topoforma que es la meseta, a continuación, se presenta.

Cuadro IV.19. Fisiografía del sistema ambiental.

CLAVE	ENTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
300-0/02	Sistema de topoformas	Meseta	Meseta basáltica escalonada	1,112.2306

Meseta: Terreno elevado y llano de gran extensión[iii]

Meseta: Las mesetas son grandes extensiones de terreno llano que se encuentran a una gran elevación sobre el nivel del mar (+ de 400 m). Una meseta representa una **llanura elevada, ubicada a más de 500 metros sobre el nivel del mar** y que debido a su pronunciado relieve, recibe el nombre de altiplanicie. Este tipo de formación geológica se origina de dos maneras: como resultado de la erosión del terreno la cual actúa dejando el área aislada y elevada o por fuerzas tectónicas.

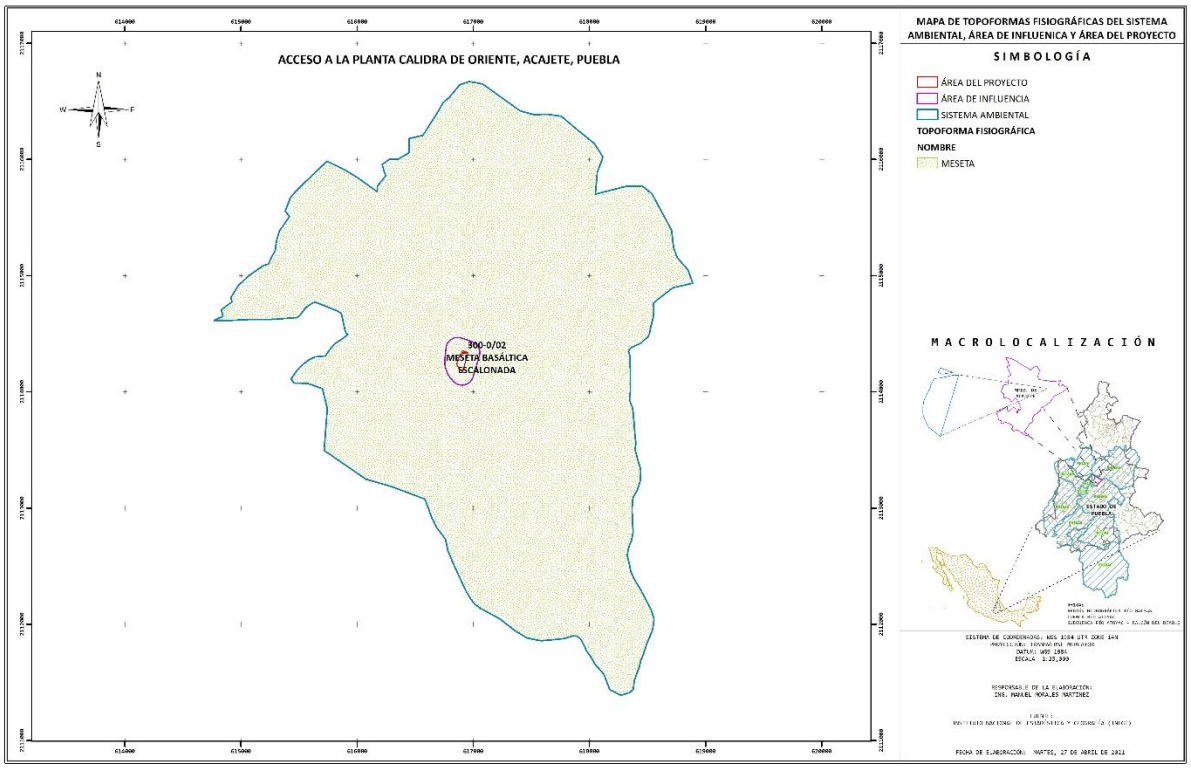


Figura IV.13. Mapa de topoformas del SA, AI y AP.

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.14. 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 del sistema ambiental.

PROVINCIA

El SA se encuentra dentro de la provincia Eje Neovolcánico y Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Eje Neovolcánico.

Esta provincia ha sido descrita recientemente como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas, más que como un "eje" continuo de dichos materiales. Esta faja volcánica tiene unos 900 km de longitud, y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente; se extiende burdamente en dirección este-oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte. Abarca parte de los estados de Colima, Nayarit, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán de Ocampo, Guanajuato, Querétaro de Arteaga, México, Hidalgo, Tlaxcala (todo el estado), Puebla y Veracruz-Llave. Colinda al norte con las provincias: Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte; al sur con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur; al oeste con el Océano Pacífico; y al este con el Golfo de México. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente. Este volcanismo ha sido asociado a la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica. Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno.

La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudovolcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etc. La actividad volcánica ha dado origen a un gran número de cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras, lo que le da al paisaje una apariencia muy característica. Algunos lagos importantes son: Chapala, Pátzcuaro, Texcoco y Totolcingo. Planicies como las de Zumpango, Chalco, el Valle de México y diversos llanos del Bajío Guanajuatense, fueron formadas por lechos de lagos antiguos. Algunos de los principales aparatos volcánicos que se localizan en esta provincia son: San Juan, Sangangüey, Volcán de Tequila, Ceboruco, Volcán de Colima, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlalcueye (Malinche), Atlítzin (cerro La Negra), Cofre de Perote y Citlaltépetl (Pico de Orizaba).

Dentro de Puebla se encuentran áreas que forman parte de tres subprovincias del Eje Neovolcánico: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Chiconquiaco y Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo; éstas en conjunto abarcan 38.26% del territorio estatal.

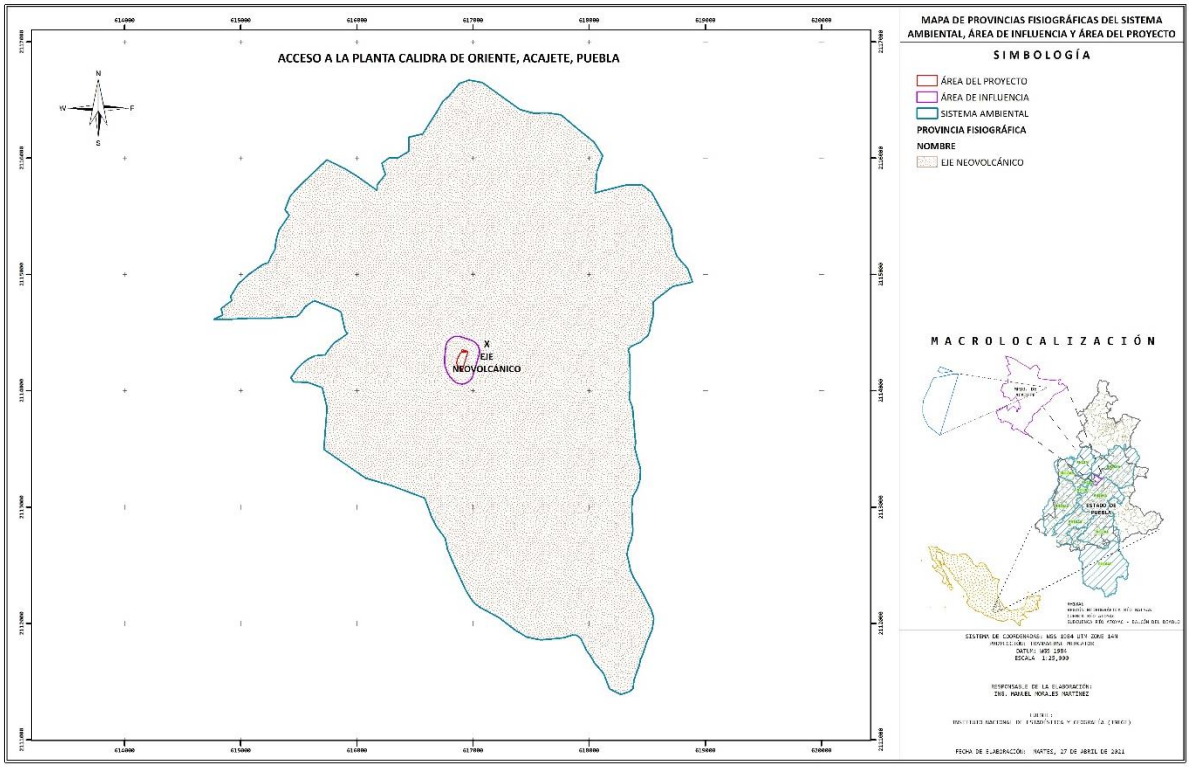


Figura IV.15. Provincia en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Subprovincia

Lagos y volcanes de Anáhuac.

Es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de poniente a oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental.

En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93% de su territorio pertenece a ella. Limita al norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz-Llave; y al sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur. Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepec hasta la localidad de Oriental. Comprende 66 municipios completos.

En esta zona se localizan las tres mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz-Llave y cuya altitud es de 5 610 m; Popocatépetl, el cual tiene 5 500 msnm y pertenece a los estados de Puebla, México y Morelos; e Iztaccíhuatl, con una altitud de 5 220 m e integrante de los estados de Puebla y México; en las cumbres de estas elevaciones existen tres de los pocos pequeños glaciares de la región intertropical del mundo, además, entre las dos últimas, las cuales conforma a la Sierra Nevada, se localiza el Paso de Cortés, puerto orográfico relevante por su importancia

histórica y su accesibilidad. También se encuentran: el Atlítzin o cerro La Negra, con 4 580 m; y el volcán Matlalcueye (La Malinche), con 4 420 msnm; todos estos aparatos volcánicos mencionados forman parte del sistema de topoformas denominado sierra volcánica con estratovolcanes o estratovolcanes aislados. Asimismo, quedan incluidas las cuencas de Puebla y Atlixco-Izúcar, que están interrumpidas y separadas por lomeríos suaves; y la de Oriental, que es compartida con el estado de Veracruz-Llave.

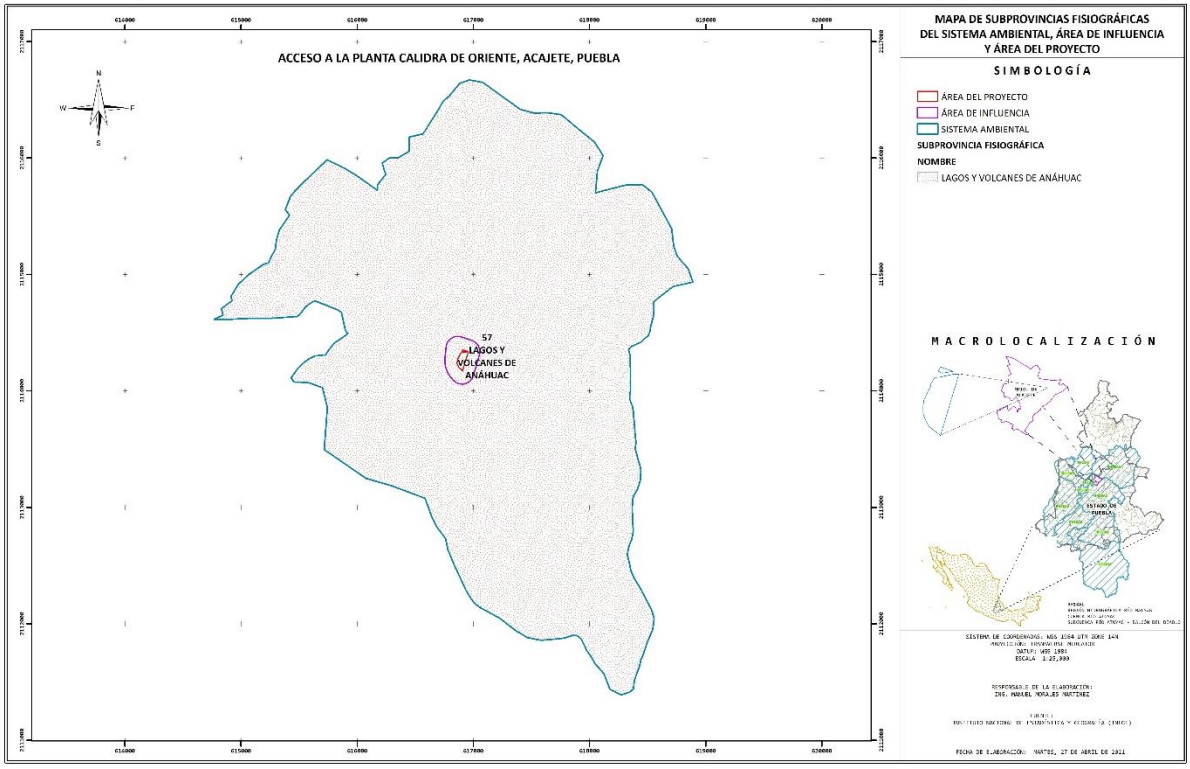


Figura IV.16. Subprovincia fisiográfica del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Área de influencia y área del proyecto

Dentro del área de influencia y área del proyecto de igual manera se presenta la topoforma que es la meseta, descrita anteriormente para el sistema ambiental.

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 Eje Neovolcánico y la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac como se muestra en las siguientes figuras.

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 8-30%, considerándose ésta como la pendiente media del área.

Cuadro IV.21. Pendientes en el sistema ambiental.

Rango (%)	Superficie (Ha)
0 - 8	216.7479
8-30	525.7745
> 30	369.7082

Rango (%)	Superficie (Ha)
Total general	1,112.2306

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 8 a 30%, 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%	2.7994	0.0000
8 – 30%	6.5389	0.8596
> 30%	0.1711	0.0539
Total	**9.5094**	**0.9135**

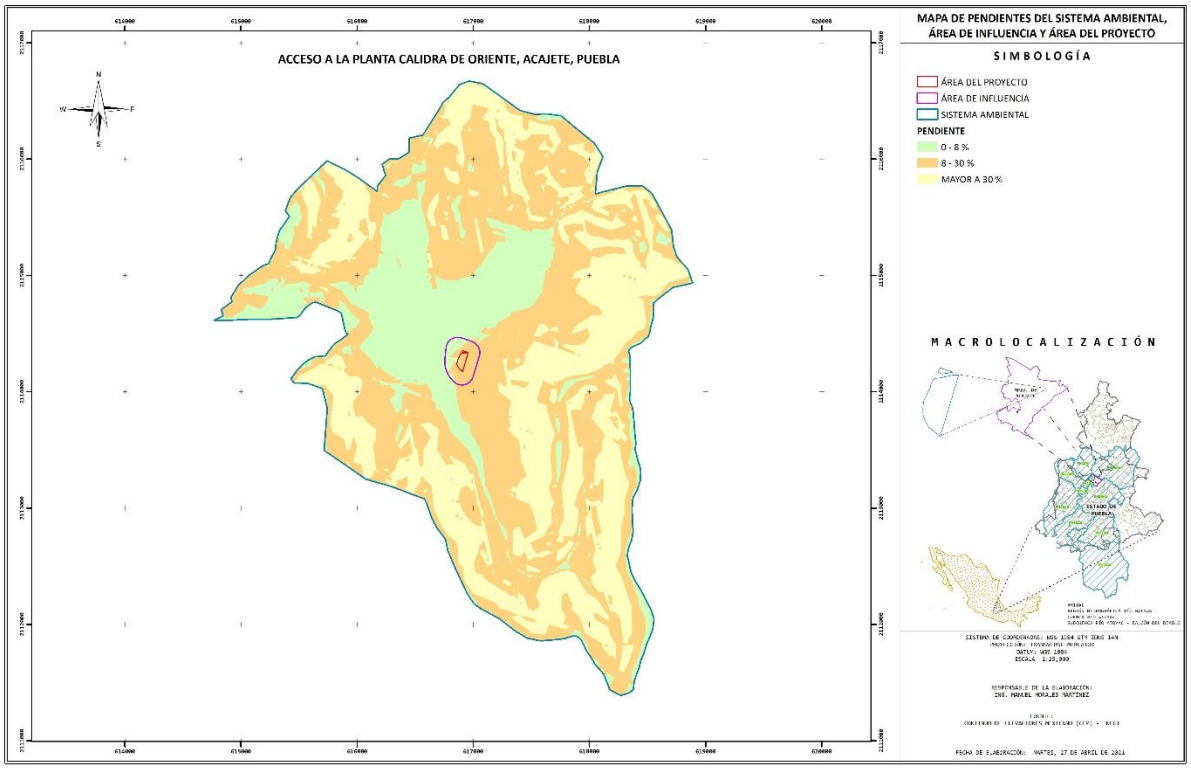


Figura IV.17. Pendientes en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

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: este-oeste, noreste-suroeste y 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	Este-Oeste	36.11
Fractura	Noreste-Suroeste	39.98
Falla	Norte-Sur	49.14

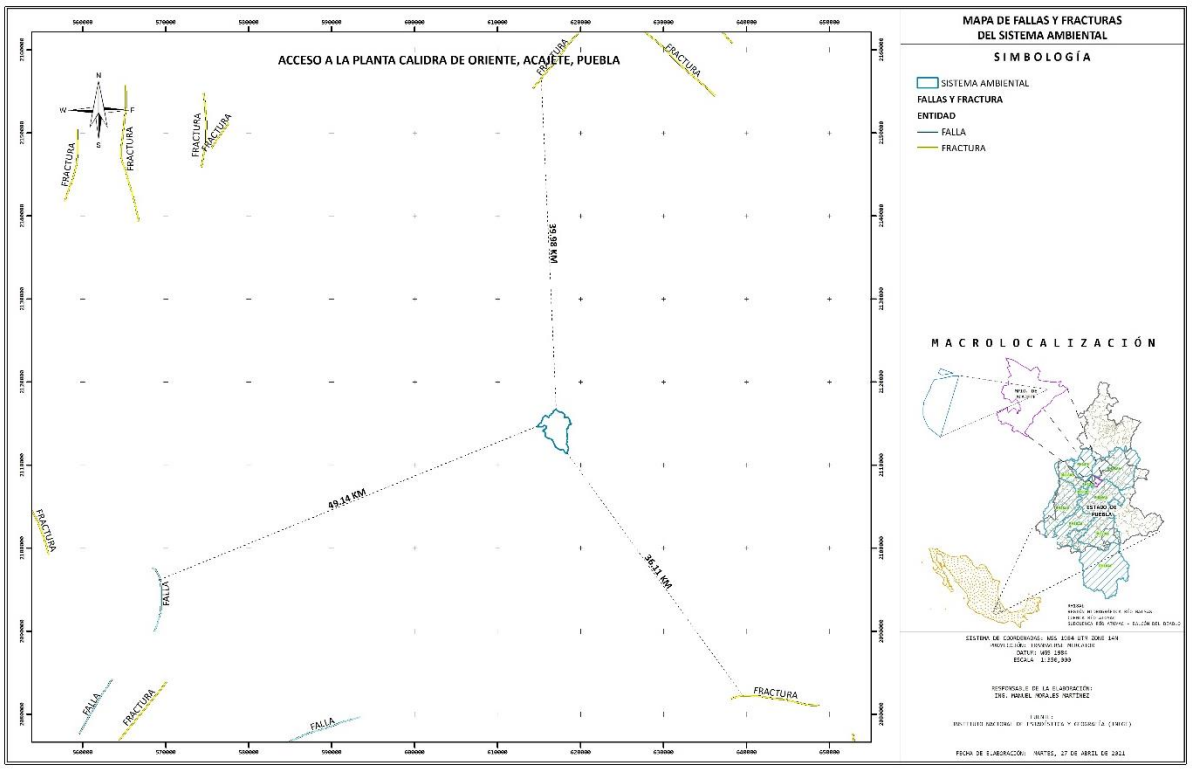


Figura IV.18. Fracturas del SA.

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: este-oeste, noreste-suroeste y 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	Este-Oeste	39.09	39.24
FRACTURA	Noreste-Suroeste	42.15	42.27
FALLA	Norte-Sur	50.75	50.86

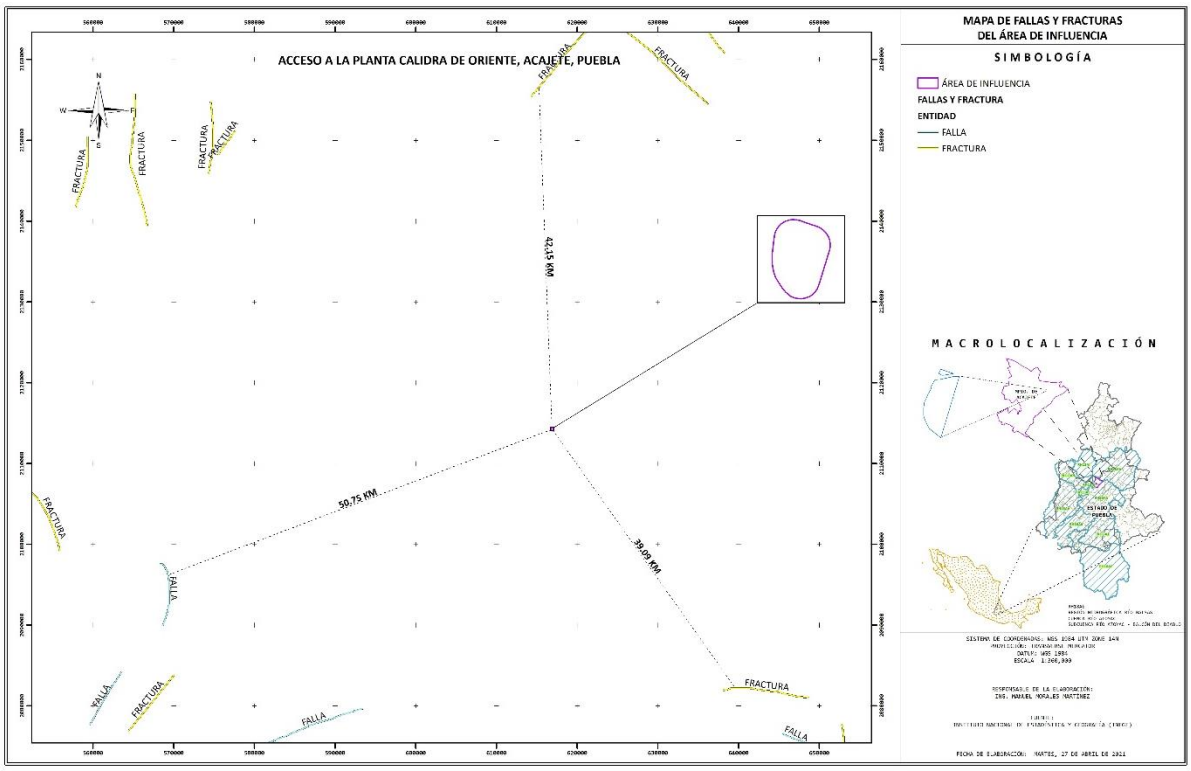


Figura IV.19. Fallas y fracturas dentro del AI.

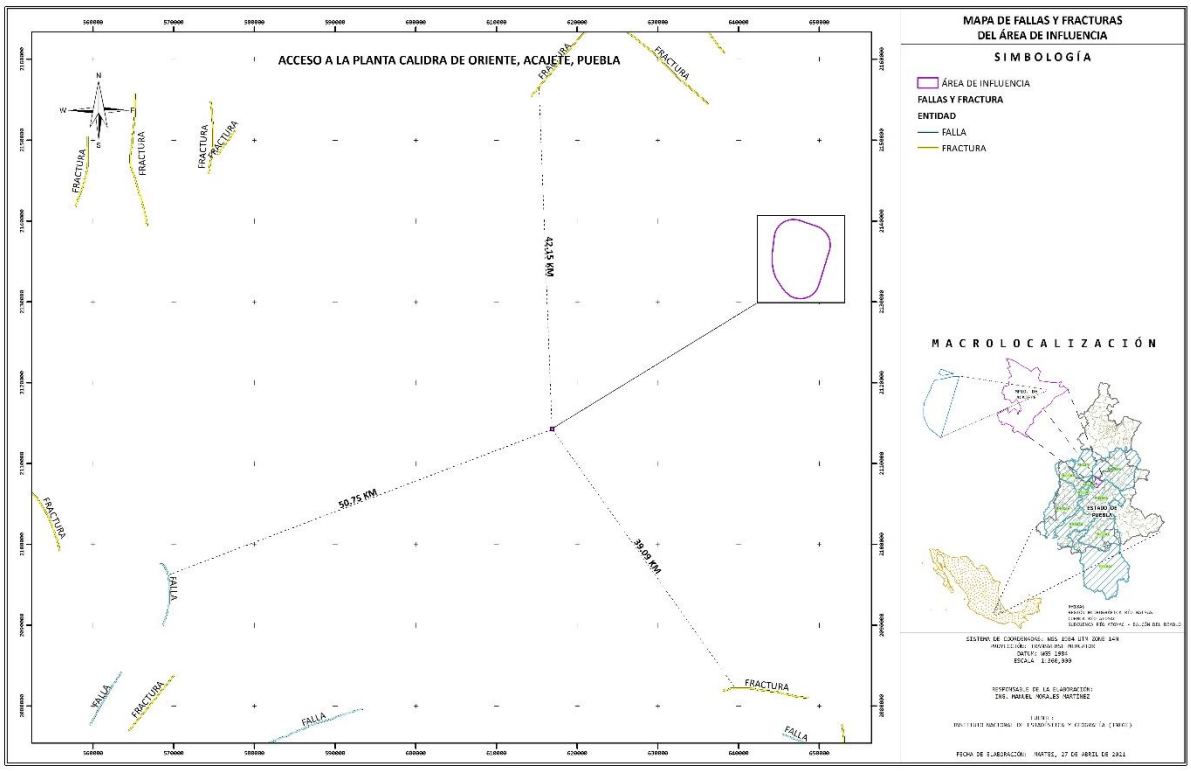


Figura IV.20. Fallas y fracturas dentro del AP.

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 oeste, dicha información se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro IV.25. Exposiciones presentes en SA.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
PLANO	19.5359
NORTE	70.3576
NORESTE	144.2644
ESTE	95.3514
SURESTE	120.1806
SUR	115.0299
SUROESTE	172.5368
OESTE	**218.6520**
NOROESTE	156.3220
TOTAL	**1,112.2306**

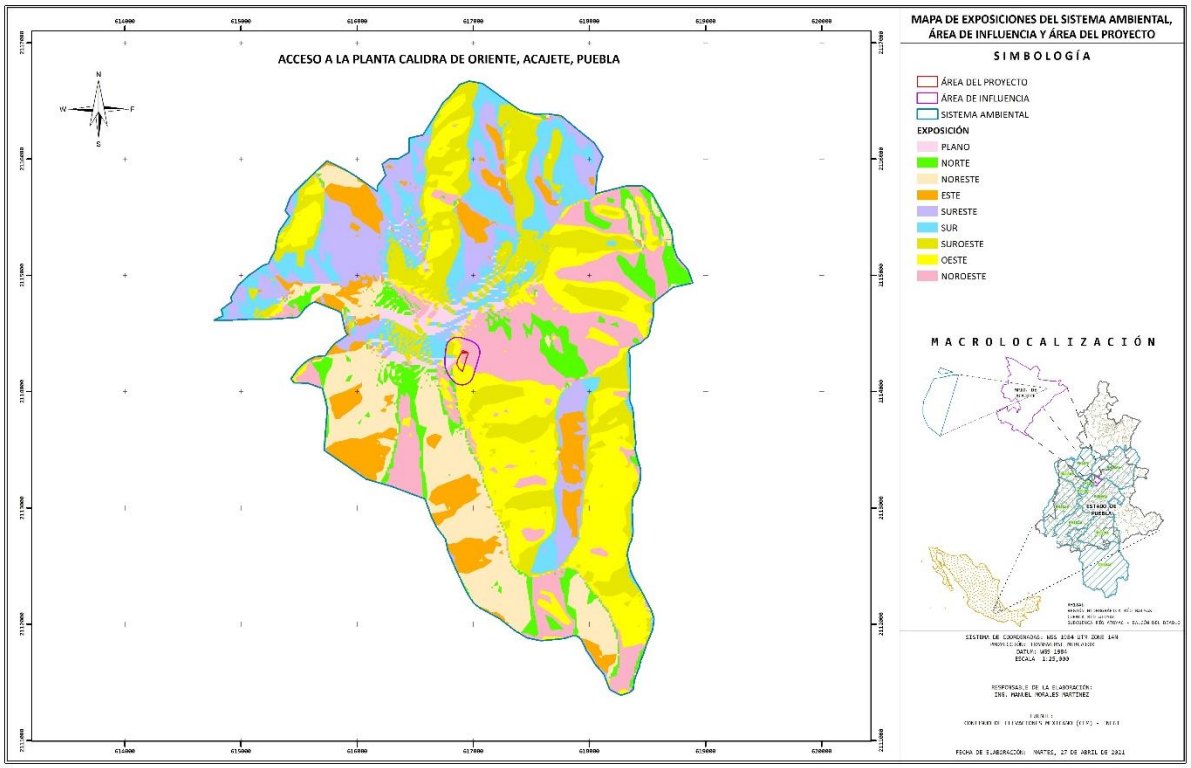


Figura IV.21. Exposiciones del SA, AI y AP.

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 noroeste, dicha información se muestra en los siguientes cuadros y figuras.

Cuadro IV.26. Exposiciones en el AI.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
PLANO	0.5766
NORTE	0.1663
NORESTE	0.0879
SUR	0.2543
SUROESTE	0.8128
OESTE	3.7295
NOROESTE	**3.8820**
TOTAL	**9.5094**

Cuadro IV.27. Exposiciones en el AP.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE
OESTE	0.3882
NOROESTE	**0.5253**
TOTAL	**0.9135**

Geología

La naturaleza de la geología del territorio poblano es variada y bastante compleja, especialmente en su porción sur, donde se encuentran terrenos metamórficos con edades del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico, los cuales se hayan yuxtapuestos y limitados por grandes zonas de falla.

Las deformaciones compresionales de principios del Cenozoico se manifiestan en gran parte del territorio estatal, especialmente hacia la mitad oriental, con la formación de pliegues y cabalgaduras hacia el este.

Sistema ambiental

En el sistema ambiental se encuentra este tipo de geología:

- Q(Vc): Era cenozoico, sistema cuaternario cuaternario, clase sedimentaria.
- Ts(Igei): Era cenozoico, sistema neógeno, clase ígnea extrusiva básica.
- Ki(cz): Mesozoico, sistema cretácico, clase sedimentaria

Área de influencia y área del proyecto

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

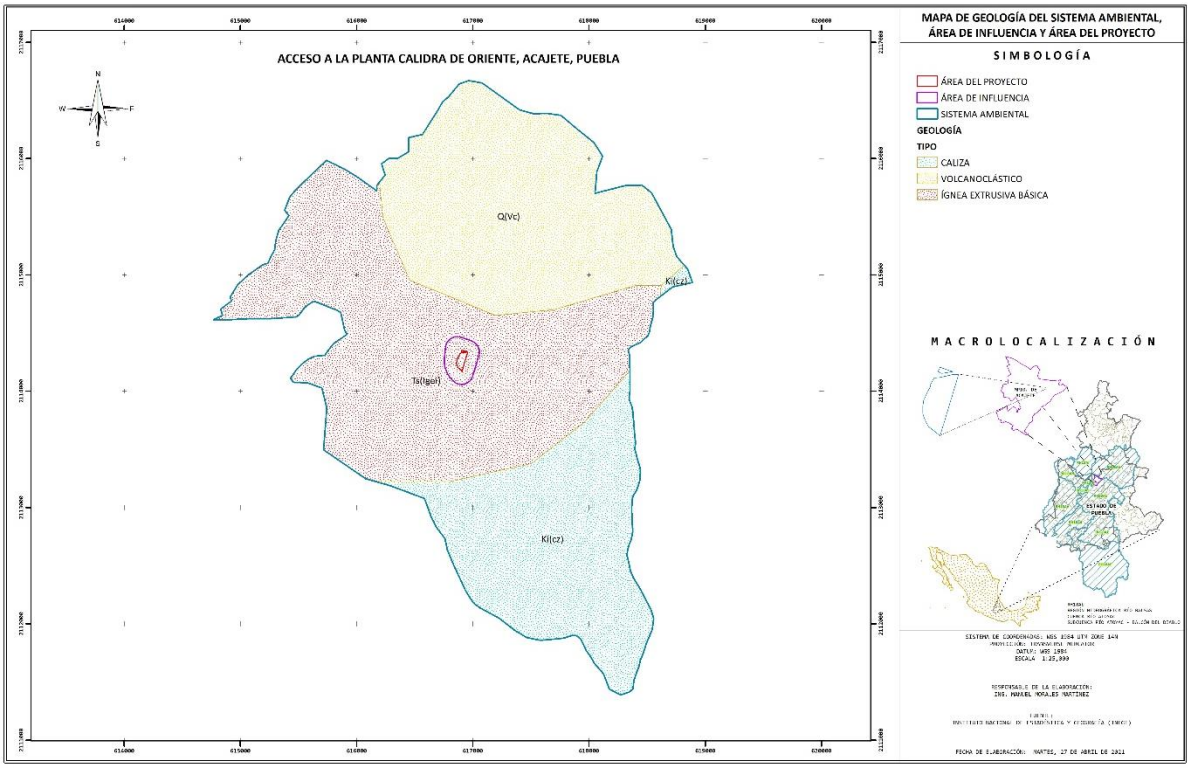


Figura IV.22. Características geológicas del SA, AI y AP.

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	Nombre	Tipo	Distancia al SA (km)
1	Huilotepec	Cerro	0.68
2	Cerro el Pinal	Cerro	1.09
3	El Pachón	Cerro	0.84
4	Malinchilla	Cerro	2.85
5	Tlahuancochia	Cerro	0.83
6	Pardo	Cerro	1.55
7	Picacho	Cerro	0.95

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	Nombre	Tipo	Distancia al AI (km)
1	Huilotepec	Cerro	2.56
2	EL Pinal	Cerro	2.95
3	EL pachón	Cerro	2.75
4	EL picacho	Cerro	3.58
5	Pardo	Cerro	4.07
6	Tlahuancochia	Cerro	2.64
7	Malinchilla	Cerro	4.24

Cuadro IV.30. Elevaciones cercanas al AP.

ID	Nombre	Tipo	Distancia al AP (km)
1	Huilotepec	Cerro	2.66
2	EL Pinal	Cerro	3.09
3	EL pachón	Cerro	2.85
4	EL picacho	Cerro	3.70
5	Pardo	Cerro	4.18
6	Tlahuancochia	Cerro	2.73
7	Malinchilla	Cerro	4.34

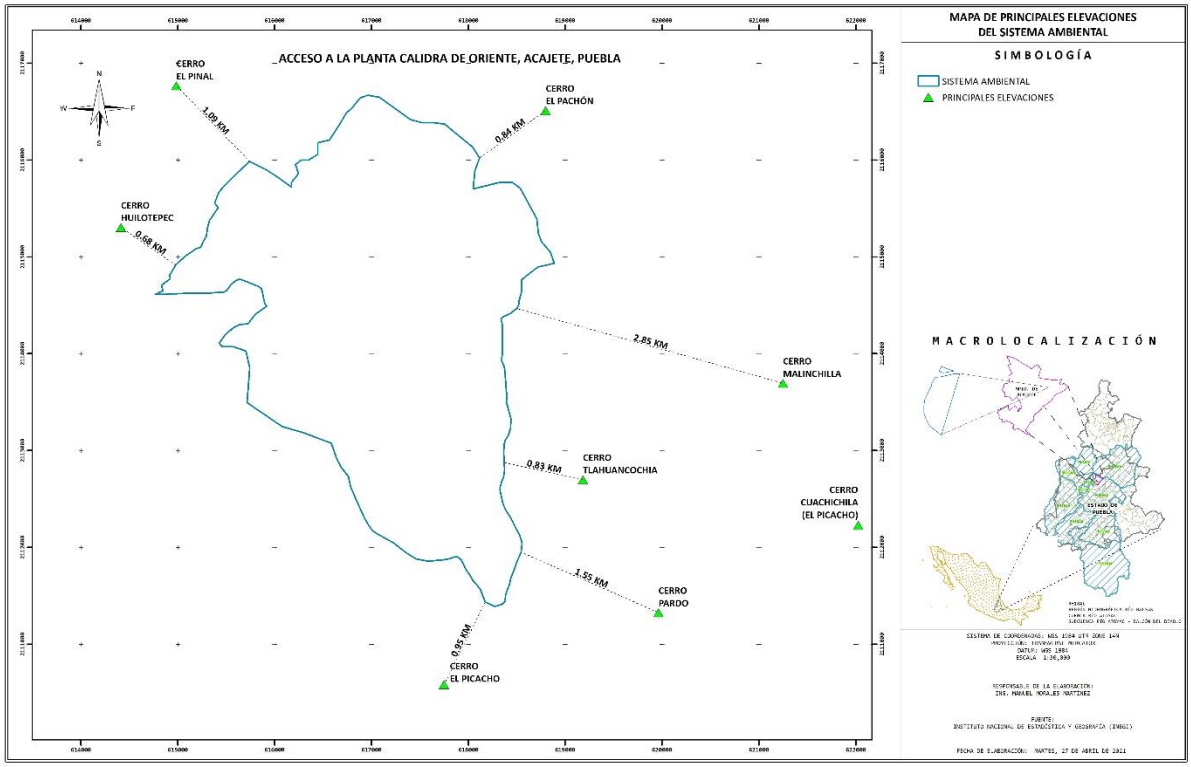


Figura IV.23. Elevaciones en el SA.

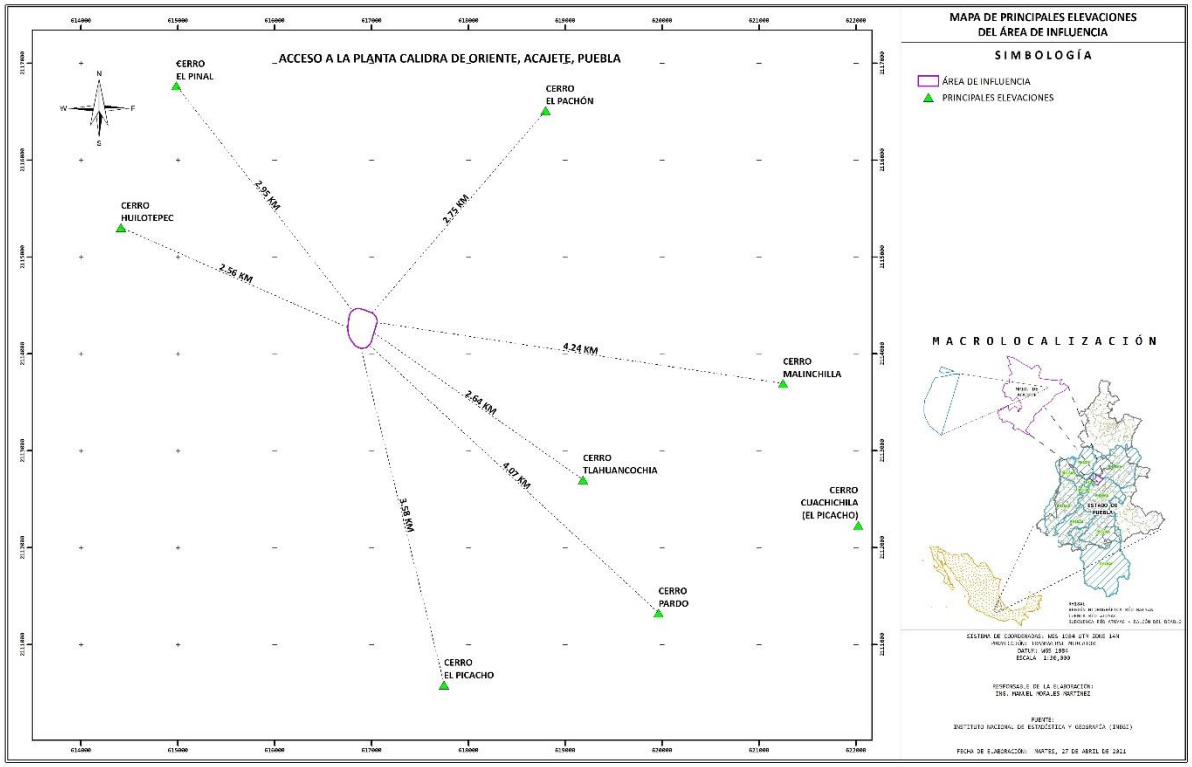


Figura IV.24. Elevaciones en el AI.

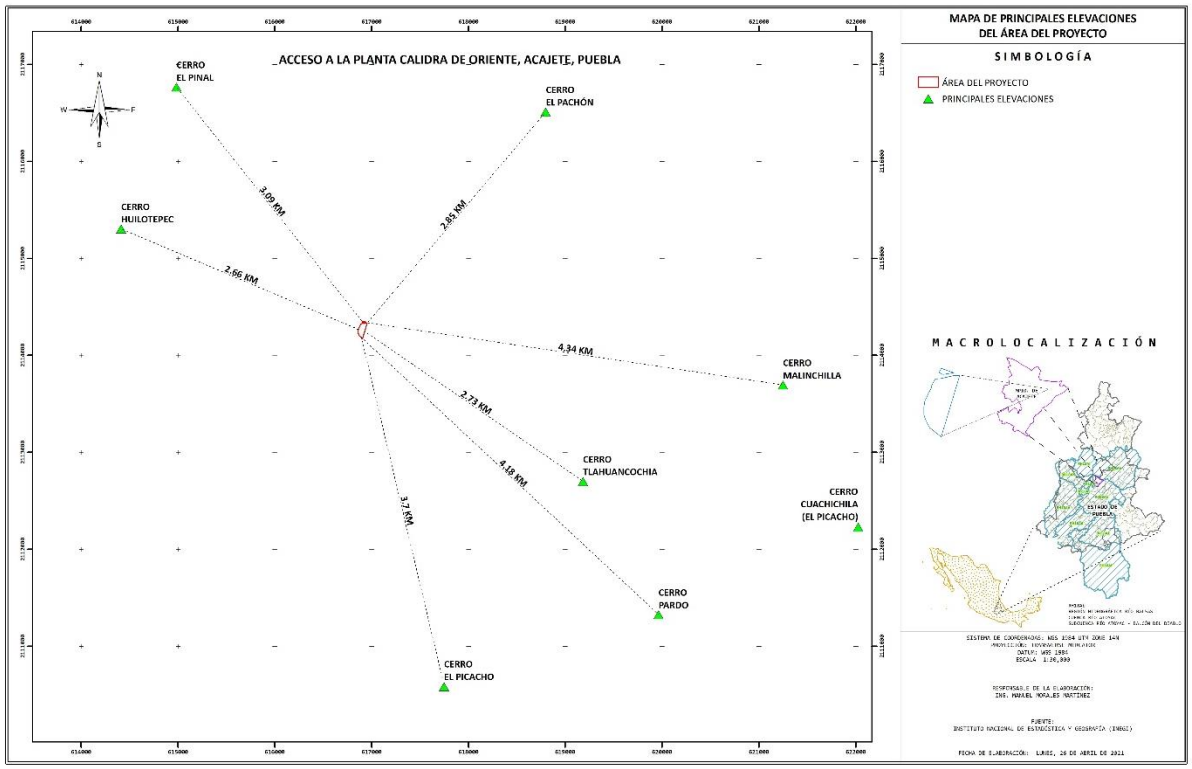


Figura IV.25. Elevaciones en el AP.

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.

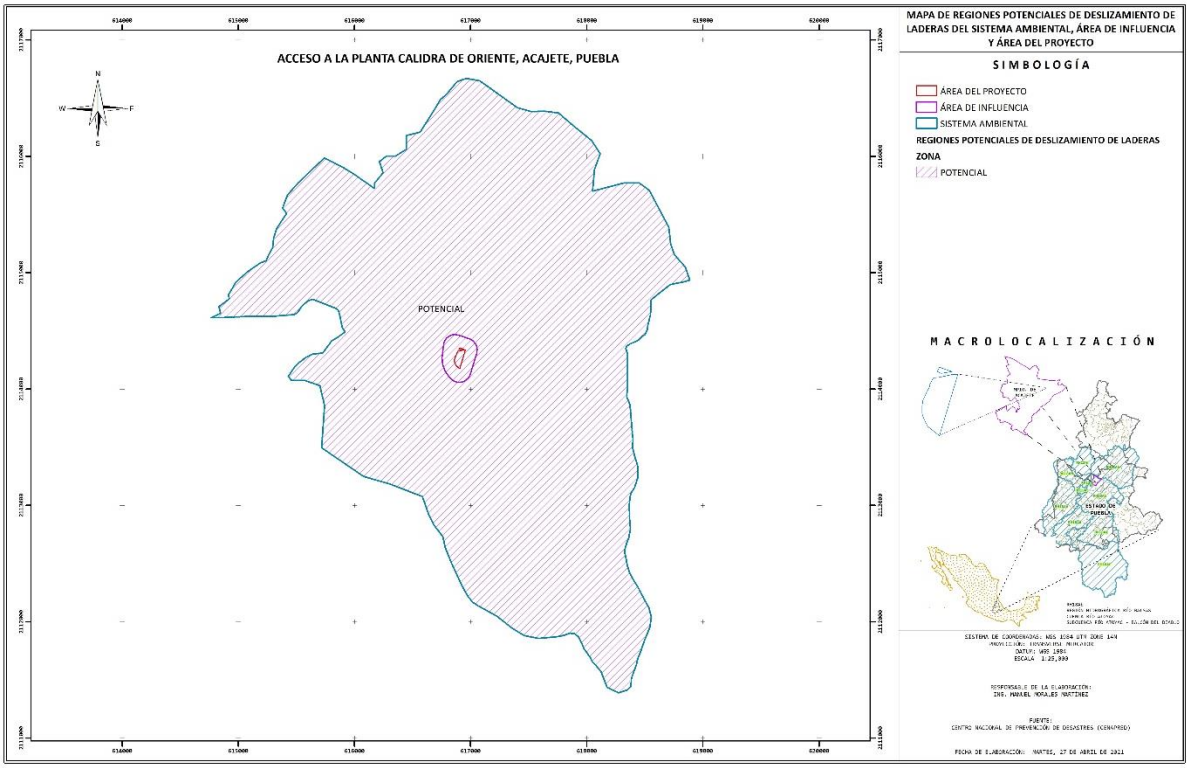


Figura IV.26. Región potencial de deslizamientos de laderas del SA, AI y AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

El SA corresponde a la zona con peligro medio 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	1,112.2306

Área de influencia y área del proyecto

Tanto el área de influencia como el área del proyecto corresponden a la zona 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)
B	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad	Bajo	Medio	9.5094	0.9135

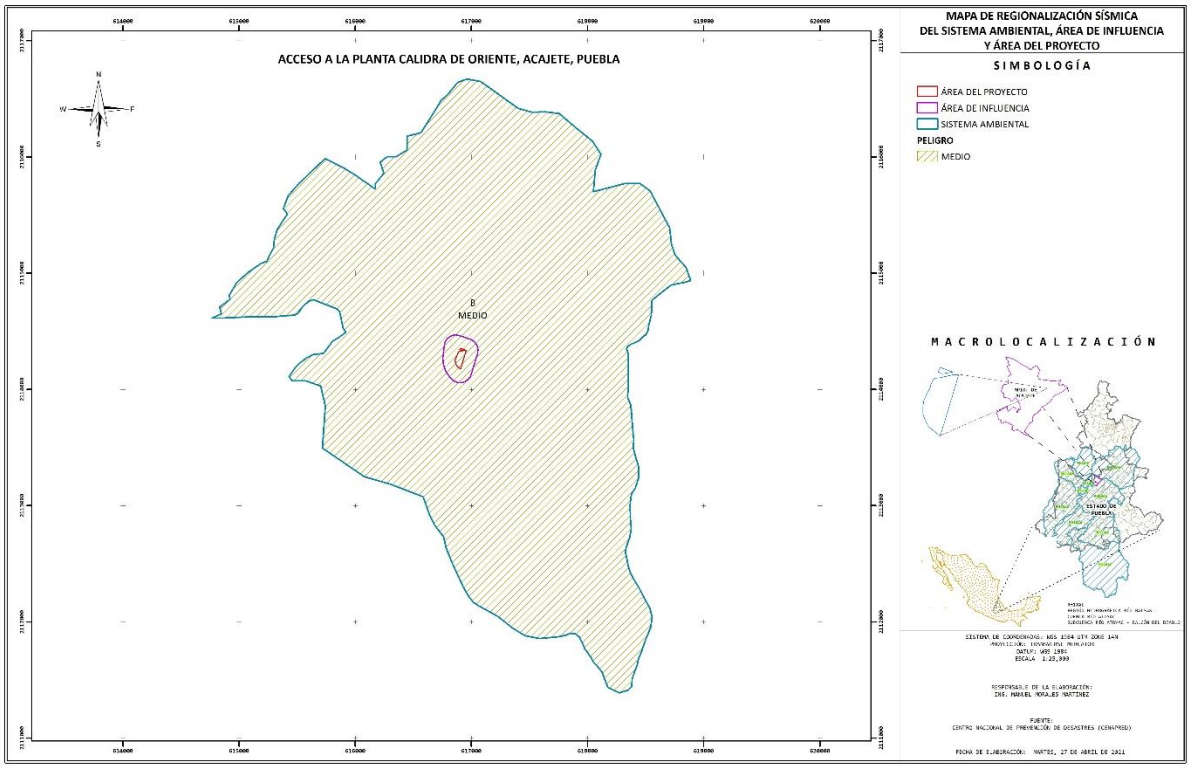


Figura IV.27. Sismicidad del SA, AI y AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El sistema ambiental no se encuentra dentro de ningún riesgo por inundación, las zonas que presentan algún peligro se encuentran en las siguientes distancias.

Cuadro IV.33. Riesgos por inundaciones del SA.

RIESGO	LONGITUD (KM)
Medio	8.6
Bajo	10.32
Medio	4.82
Alto	6.62

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.

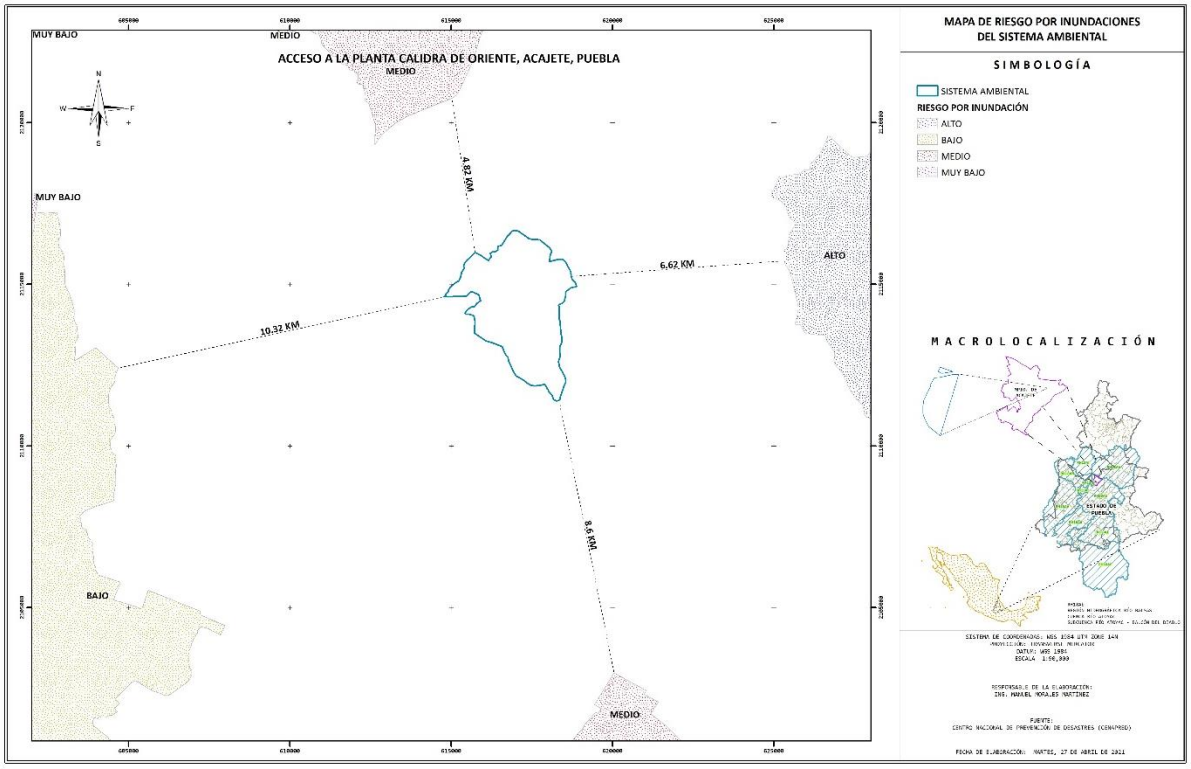


Figura IV.28. Riesgo por inundación dentro del SA.

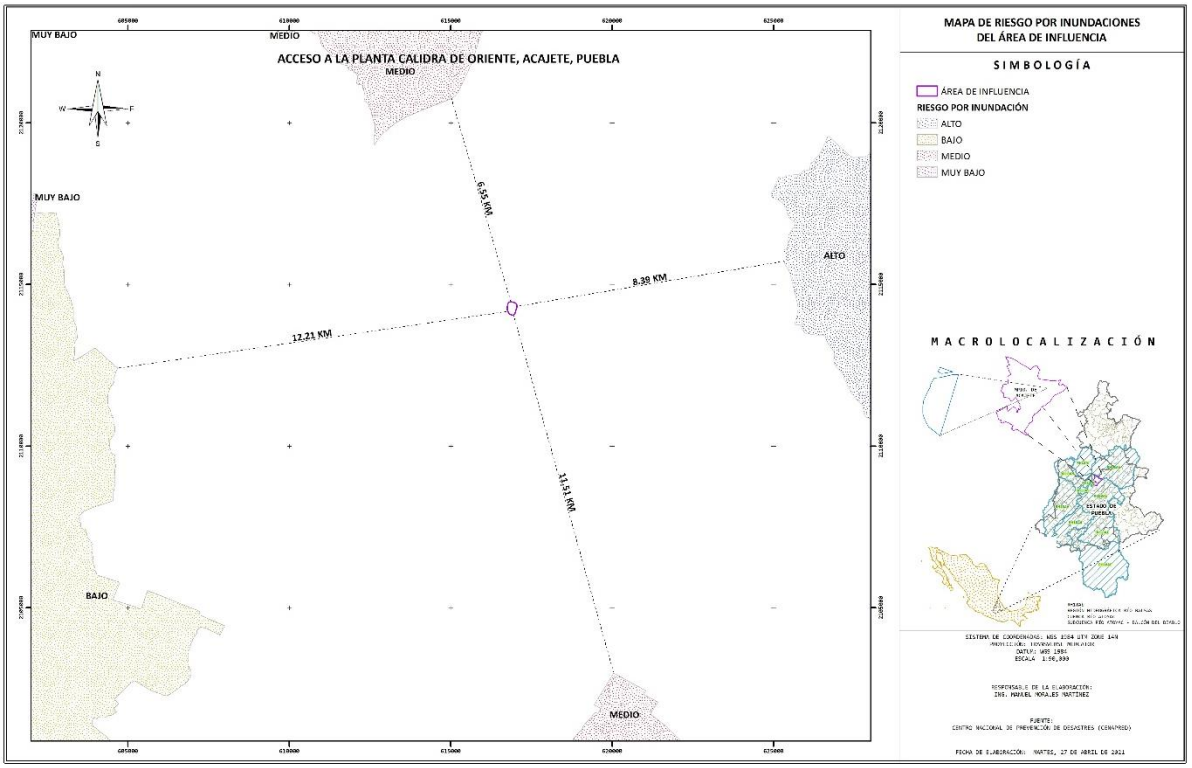


Figura IV.29. Riesgo por inundación dentro del AI.

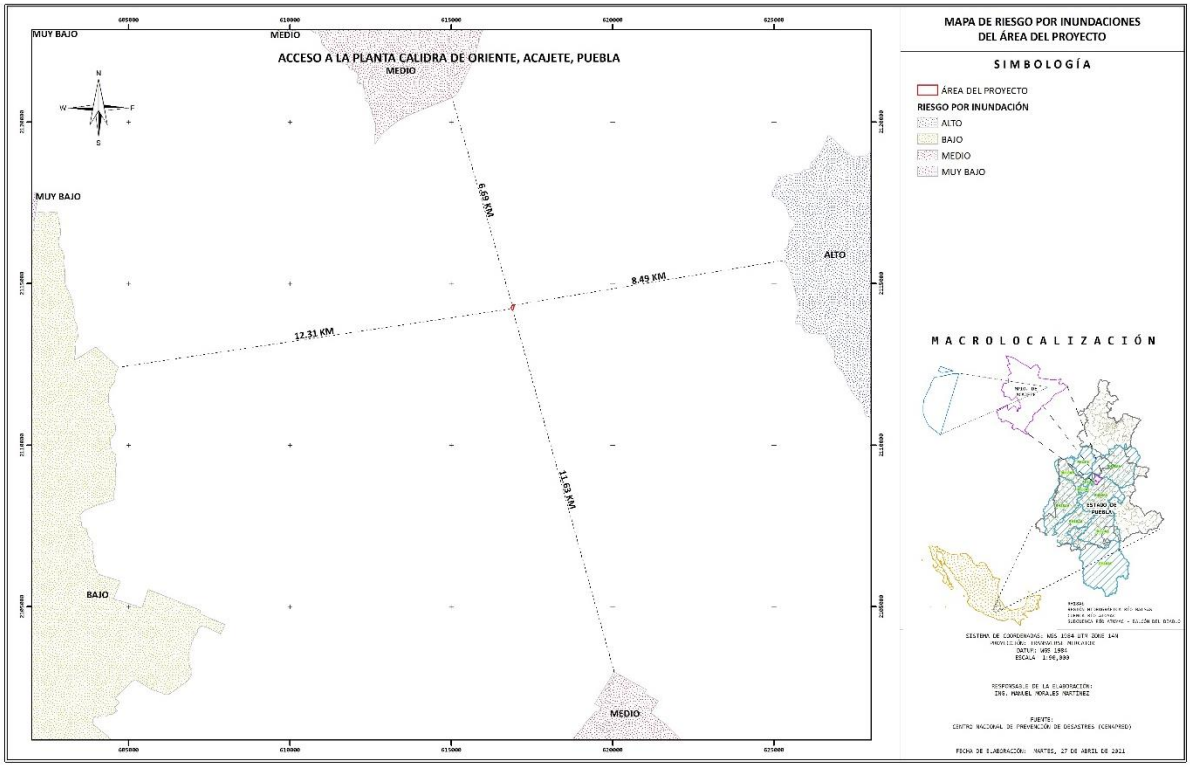


Figura IV.30. Riesgo por inundación dentro del AP.

Vulcanismo

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.34. Volcanes cercanos al sistema ambiental.

VOLCANES	LONG (KM)
La Malinche	18.95
Serdan-Oriental	46.38
Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	64.35

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.35. Volcanes cercanos al AI y AP

VOLCANES	UNIDAD DE ANÁLISIS	
	LONG AI (KM)	LONG AP (KM)
La Malinche	19.39	19.54
Serdán-Oriental	48.31	48.4
Citlaltepetl (Pico de Orizaba)	65.89	65.97

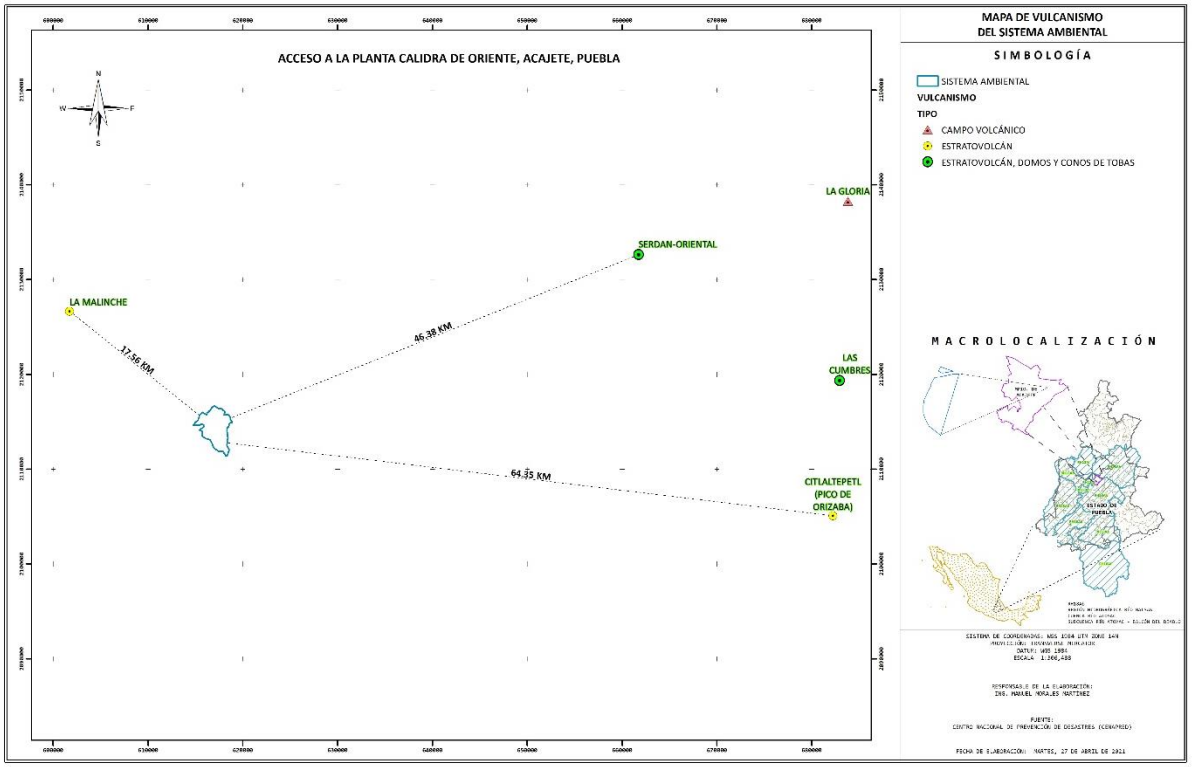


Figura IV.31. Volcanes activo cercanos al SA.

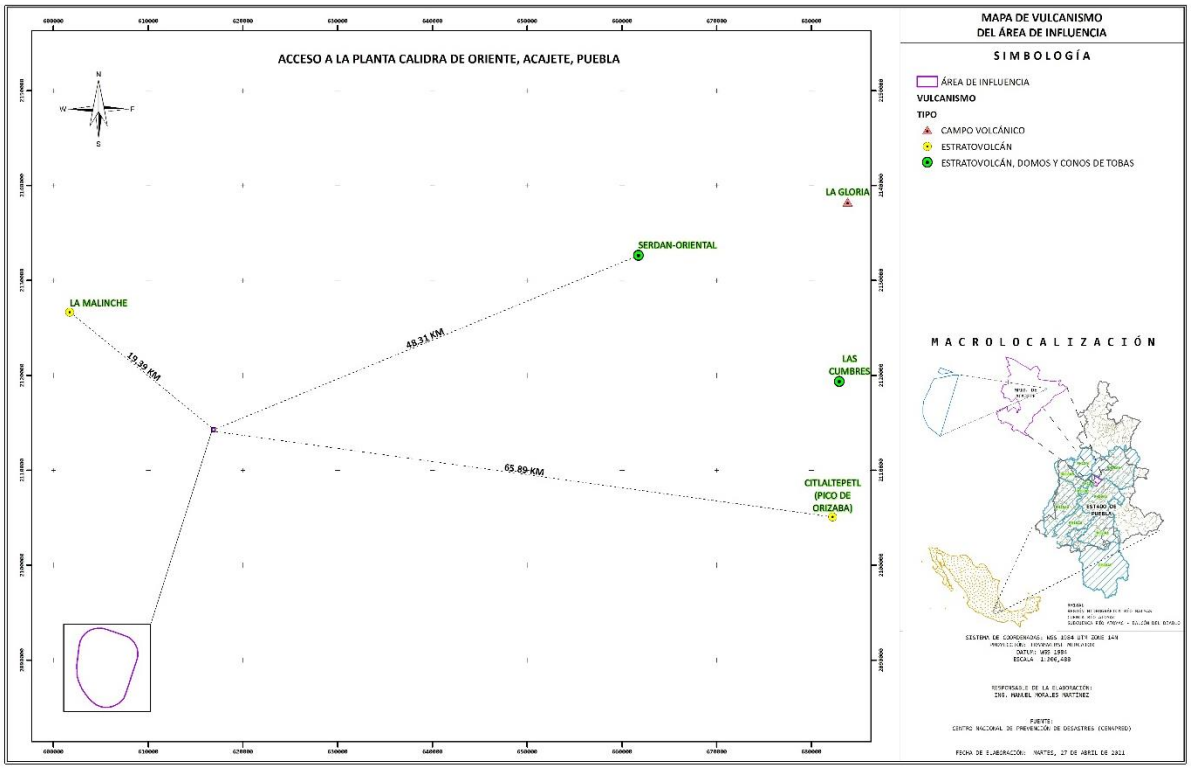


Figura IV.32. Volcanes activos, cercanos al AI.

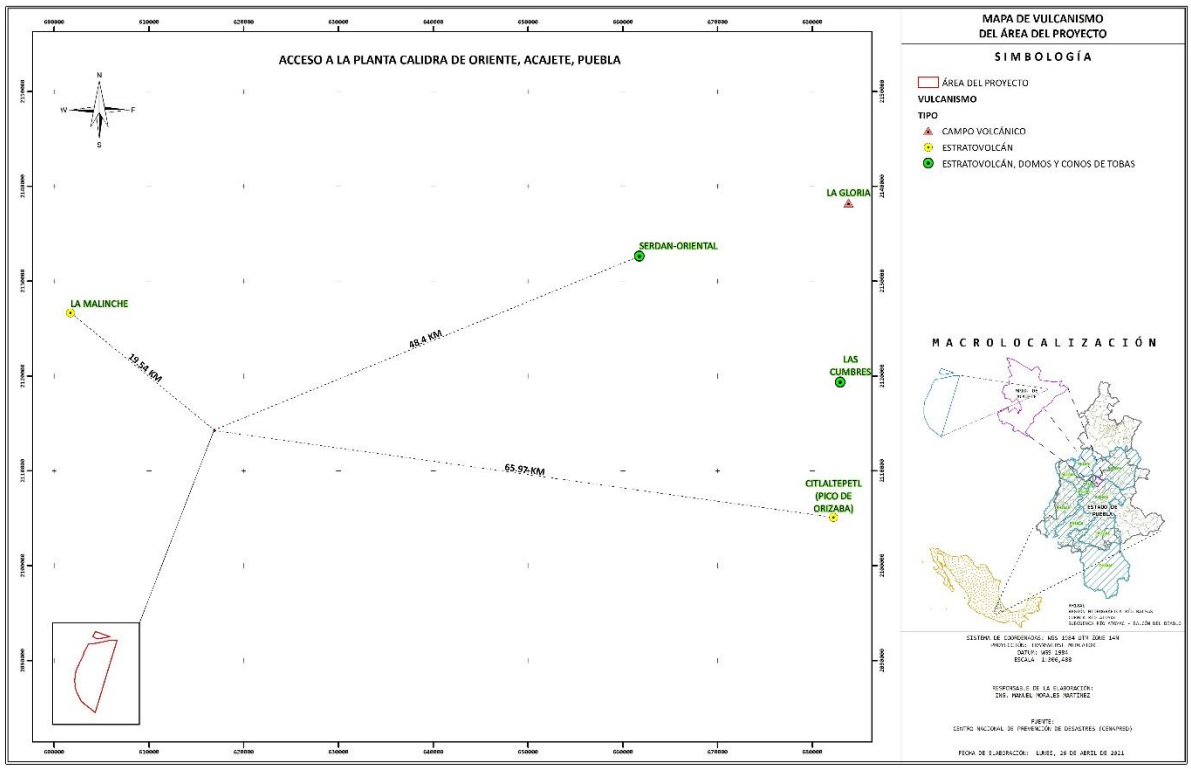


Figura IV.33. Volcanes activos, cercanos al AP.

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:

- **Th+To/2/L:** Suelo principal andosol húmico, suelo secundario andosol ócrico, clase textural media.
- **Be+Je+Hc/1:** Suelo principal cambisol eútrico, suelo secundario fluvisol eútrico, clase textural gruesa.

Las características del suelo principal son:

Unidad de suelo.

Andosoles: Son suelos formados a partir de cenizas volcánicas que se distribuyen en extensas zonas donde ha habido una actividad volcánica reciente como lo es el Eje Neovolcánico, especialmente hacia los grandes volcanes que colindan la entidad tales como el Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Citlaltépetl y La Malinche; Ocupan 10.96% del área total estatal.

Cambisoles: Se localizan en las laderas de las sierras ubicadas en el norte del estado y en algunas llanuras y lomeríos del centro.

Tienen como características distintivas la presencia del horizonte B cámbico, el cual se diferencia del material de origen por la formación de terrones; y la capa superficial, denominada horizonte A ócrico, no ha alcanzado un oscurecimiento en un espesor considerable (25 cm). Esta última capa es de color pardo o pardo amarillento, y cuando llega a ser gris o pardo grisácea es de unos 15 cm; en tanto que las capas más profundas son de color pardo rojizo o pardo amarillento.

La textura de estos suelos es de migajón arenoso en la superficie y de migajón arcillo arenoso a medida que aumenta la profundidad. Su capacidad de intercambio catiónico es moderada, pero cuando las capas son arenosas es baja; las partículas en las que se realiza este intercambio se encuentran saturadas con cantidades moderadas a altas de calcio y magnesio y moderadas de potasio; son ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos.

Subunidad de suelo.

Húmico: Del latín *hummus:* tierra. Suelos con una capa superficial obscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas (figura 69). Unidades de suelo: Acrisol, Andosol, Cambisol, Gleysol, Nitosol y Planosol.

Eútrico: Del griego eu: bueno. Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos. Unidades de suelo: Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Histosol, Nitosol, Planosol y Regosol.

Área de influencia y área del proyecto

Al igual que en el sistema ambiental, en el área de influencia y el área del proyecto se encuentra el tipo de suelo andosol húmico, ya descrito anteriormente, y a continuación se presenta el mapa de este.

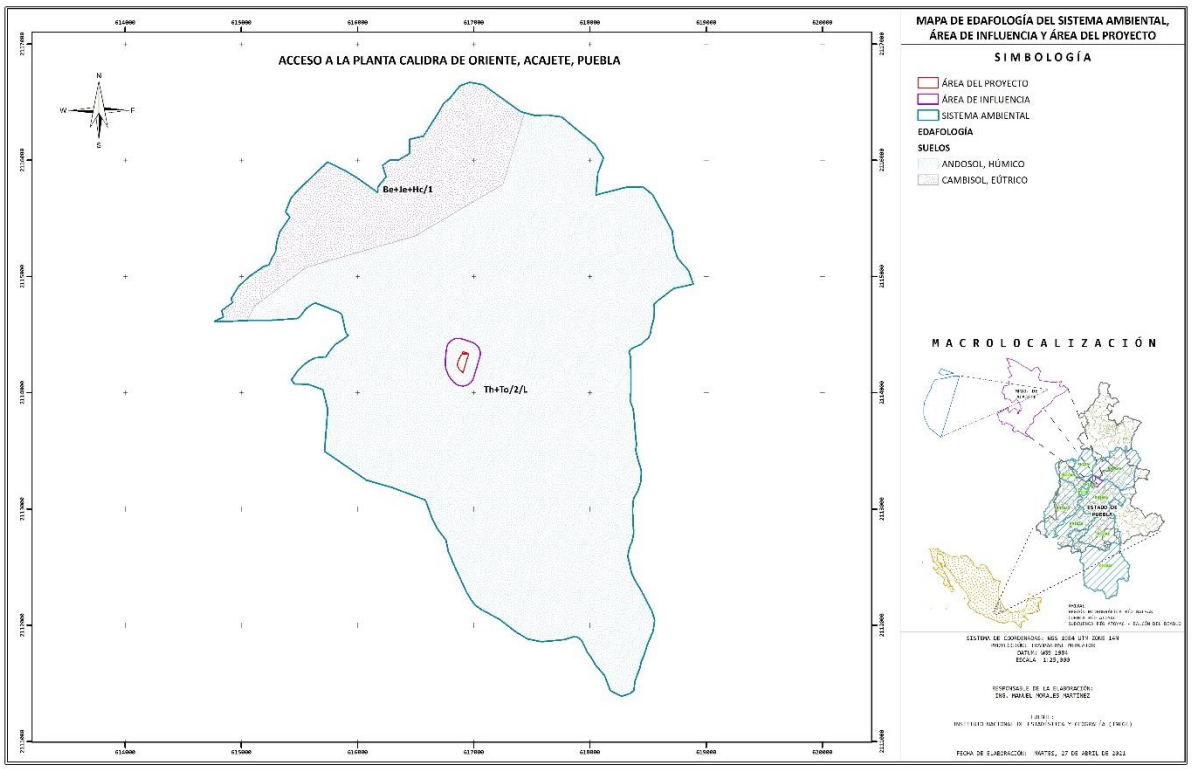


Figura IV.34. Tipo de suelo en el SA, AI y AP.

Tipos y grados de erosión

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

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

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

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

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

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

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

1) Erosión hídrica,

2) Erosión eólica.

La metodología utilizada se desarrolla en el ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H., 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.36. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental.

EROSIÓN ACTUAL										
EROSIÓN	**POLÍGONO**	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**Erosión laminar (Ton/Ha/año)**	**Clase de degradación**
Erosión Hídrica.	SA	128.17		129.33	0.58	0.10	3.5	0.30	**7.97**	Ligera
Erosión Eólica.	SA		62.65			1.85		0.30	**35.34**	Ligera

Como puede observarse en el cuadro anterior, la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental se encuentran en una categoría ligera, esto se debe a que la mayor parte de la superficie está contemplada como bosque, además de que la superficie esta entre un rango de pendiente de 8-30%.

Cuadro IV.37. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia.

EROSIÓN ACTUAL										
EROSIÓN	**POLÍGONO**	**PECRE**	**IAVIE**	**IALLU**	**CAERO**	**CATEX**	**CATOP**	**CAUSO**	**Erosión laminar (Ton/Ha/año)**	**Clase de degradación**
Erosión Hídrica	AI	127.52		128.59	0.50	0.10	3.5	0.20	**4.43**	Ligera
Erosión Eólica.	AI		63.15			1.85		0.20	**22.97**	Ligera

Considerando el cuadro anterior la erosión hídrica y eólica del área de influencia se encuentra de igual manera en una categoría ligera, debido a que la mayor parte de la superficie está contemplada como bosque, predominando la pendiente entre un rango 8 a 30%.

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.38. 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	AP	127.52		128.59	0.50	0.10	3.5	0.10	**2.25**	Ligera	**2.06**
Erosión eólica	AP		63.15			1.85		0.10	**11.68**	Sin erosión	**10.67**

Cuadro IV.39. 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	AP	127.52		128.59	0.50	0.10	3.5	0.40	**9.00**	Ligera	**8.22**
Erosión eólica	AP		63.15			1.85		0.40	**46.73**	Ligera	**42.69**

Nota: Se presenta la memoria de cálculo de erosión en las tres unidades de análisis, (ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), CAPÍTULO IV, ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA).

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: RH18**,** Río Balsas, Cuenca 18A Río Atoyac, Subcuenca B Río Atoyac - Balcón del Diablo.

Región hidrográfica Río Balsas.

Esta región, es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado, se extiende desde el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz; donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan, la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región, se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente.

Está subdividida en 10 cuencas, de las cuales, cuatro se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (A), Río Atoyac; (B), Río Balsas-Mezcala; (E), Río Tlapaneco y (F), Río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto, 59.14% de la superficie estatal, aproximadamente.

Cuenca Rio Atoyac

Constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, oeste y suroeste de la entidad, que representan 57.23% de la superficie del estado. En esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1 291 Mm^3, volumen que, con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 Mm^3. De estos, 1 088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala.

Esta cuenca representa el extremo nororiental de la región del Balsas, por lo que sus límites dentro de éste, son los mismos descritos anteriormente para dicha región.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona, es el río Atoyac, que es además la corriente más importante del estado; se forma a partir de la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala. El primero, baja de la Sierra Nevada, y el segundo, de la sierra de Tlaxco.

En la ciudad de San Martín Texmelucan, las aguas de dicha corriente y sus afluentes, se aprovechan en las actividades agrícolas, domésticas e industriales.

Esta porción se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes, que, sin control, pueden causar pérdidas en la agricultura. A lo largo del Atoyac, recibe las aportaciones de las corrientes permanentes de los ríos Nexapa, Mixteco y Tlapaneco.

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 RH18.

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI, en el área del proyecto no cruza ningún tipo de escurrimiento. Se hace la mención que se encuentra cerca un pequeño cuerpo de agua inducido, no obstante, no se verá afectado.

Así mismo, el instituto INEGI presenta una corriente de agua intermitente de segundo orden a un aproximado de distancia al proyecto de 50 metros, sin embargo, como es mostrado en las siguientes imágenes dicho cauce ya es inexistente.

Imagen IV.1. Imagen satelital del área del proyecto y corriente de agua por INEGI, 2007.

Imagen IV.2. Imagen satelital del área del proyecto y corriente de agua por INEGI, 2019

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

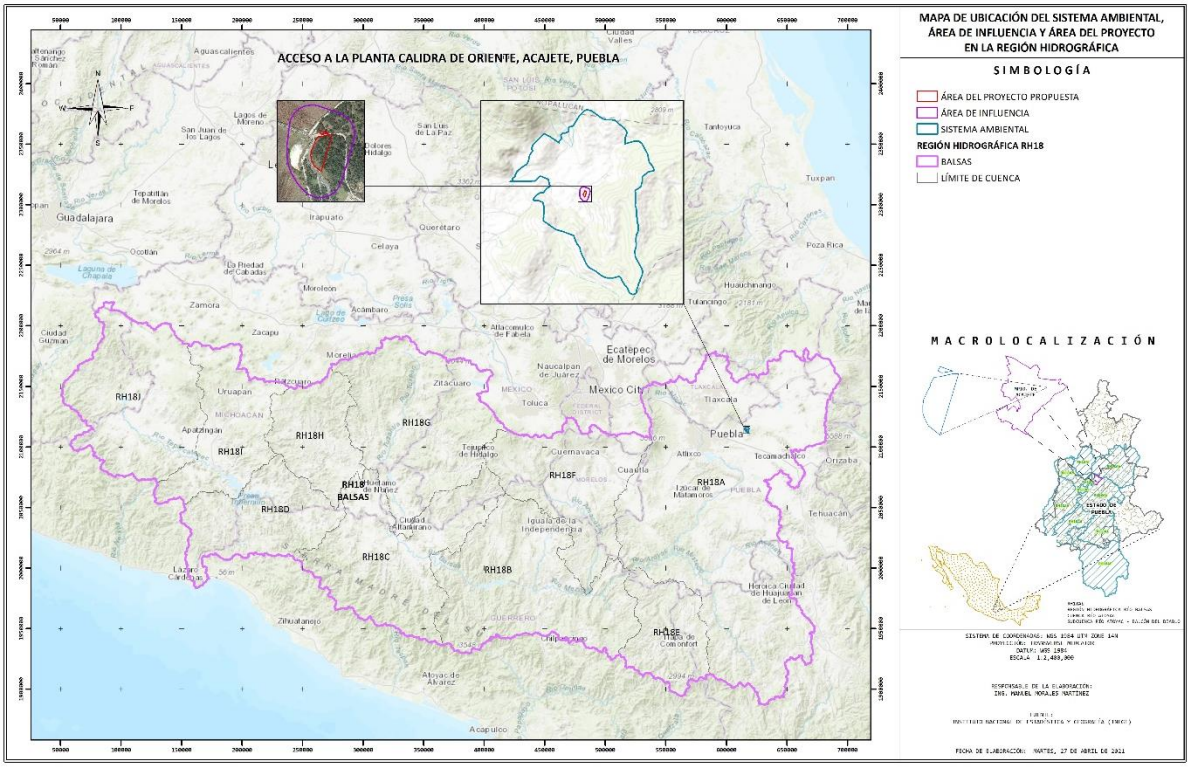


Figura IV.35. SA, AI y AP dentro de la Región Hidrográfica.

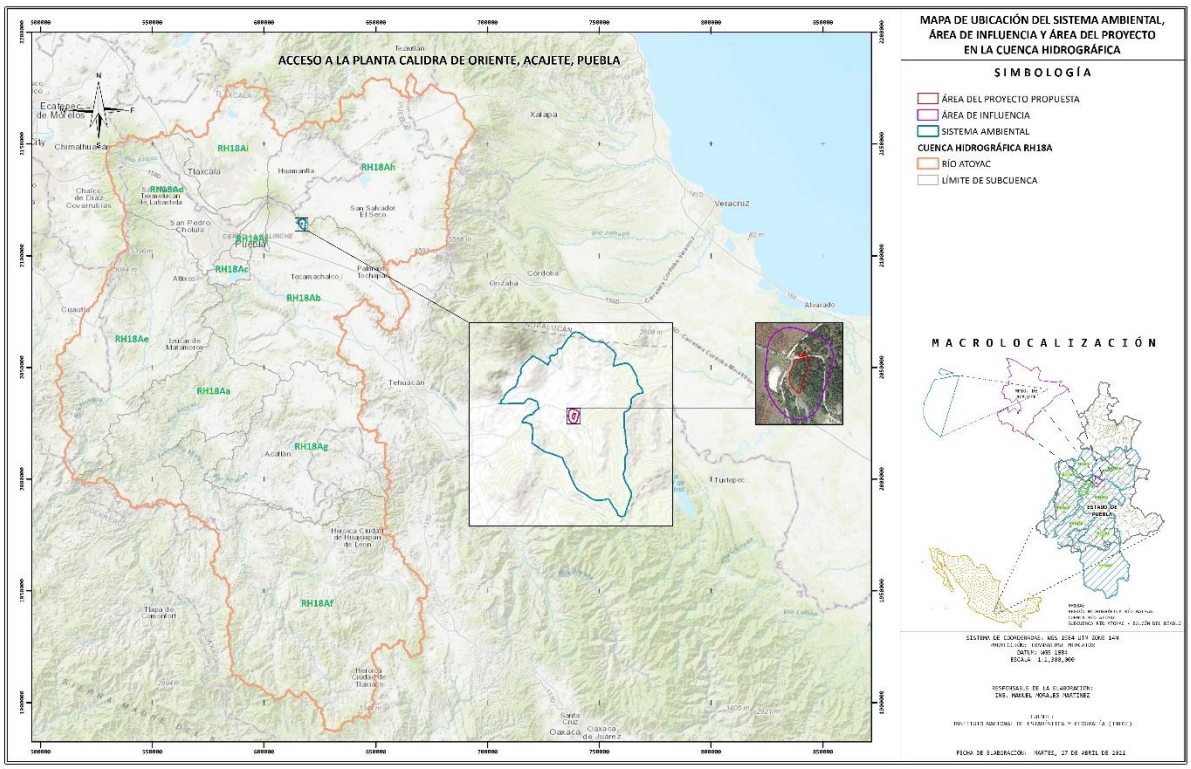


Figura IV.36. SA, AI y AP dentro de la cuenca hidrográfica.

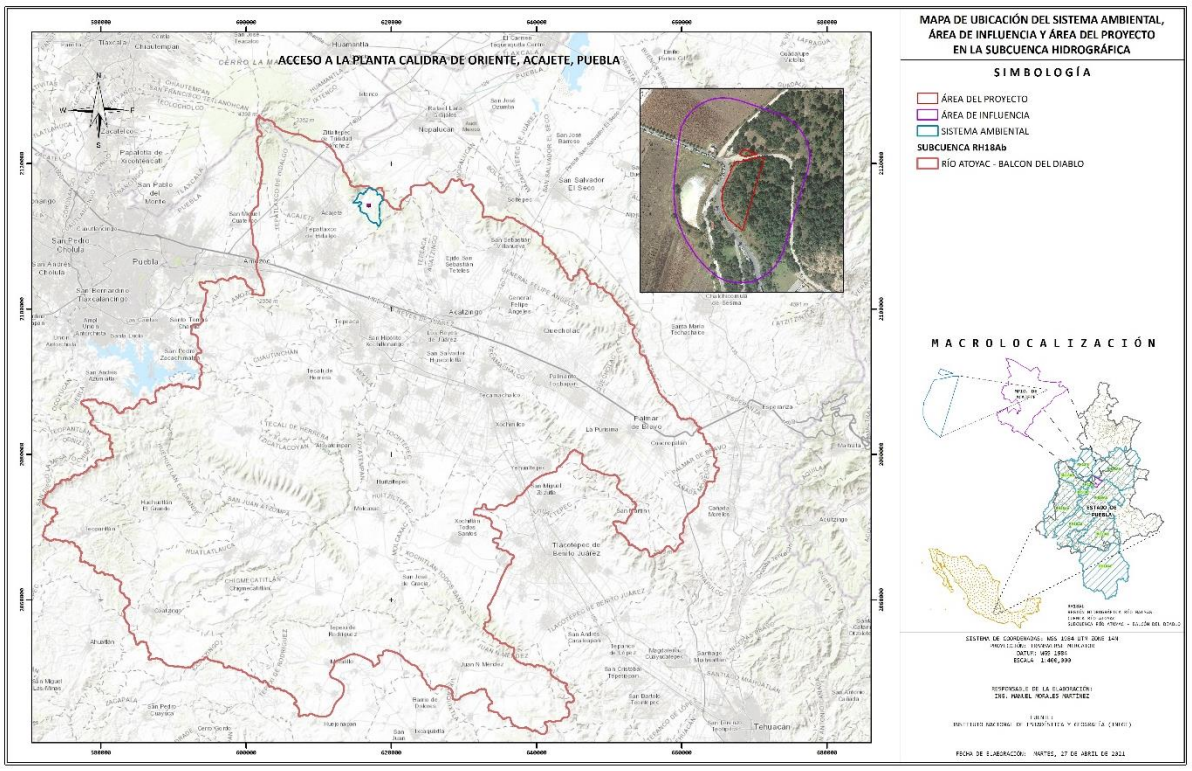


Figura IV.37. SA, AI y AP dentro de la subcuenca hidrográfica.

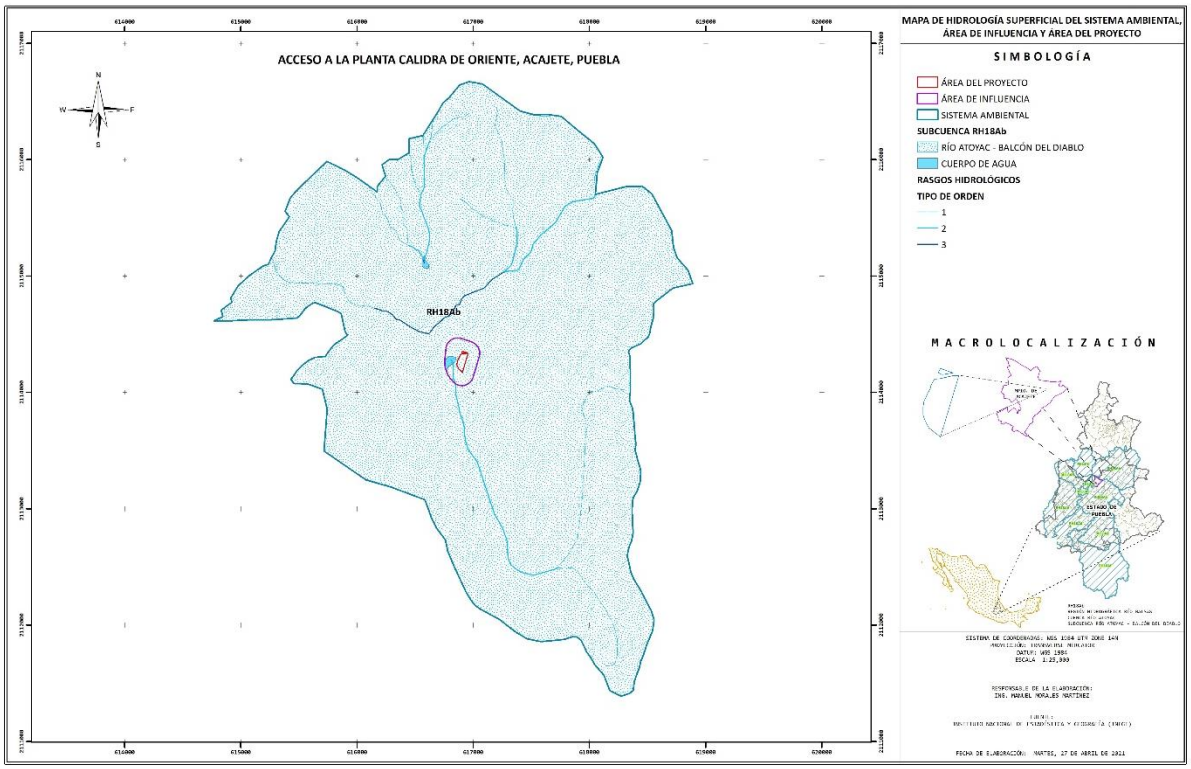


Figura IV.38. Hidrología del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA

Sistema ambiental

El sistema ambiental se encuentra situado sobre la hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero Libres-Oriental y al acuífero Valle de Tecamachalco.

- **Acuífero Libres-Oriental**

El acuífero de Libres-Oriental tiene una extensión superficial de 3,500 kilómetros cuadrados (km^2). Colinda con: la sierra de Tlaxco y la caldera de los Humeros al norte; por la sierra del Citlaltepetl al oriente, y por el volcán de La Malinche y la sierra de Soltepec al sur.

Geopolíticamente el acuífero abarca los municipios: Son 22 los municipios contenidos en esta zona; Aljojuca, Cuyoaco, Cd. Serdán, Chichiquila, Chilchotla, Guadalupe Victoria, Ixtacamaxtitlán, La Fragua, Libres, Mazapiltepec, Nopalucan, Ocotepec, Oriental, Quimixtlán, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa, San Juan Atenco, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador el Seco, Tepeyahualco de Hidalgo y Tlachichuca; parcialmente le corresponden los municipios siguientes: Aquixtla, Atzitzintla, Chignautla, Esperanza, Soltepec, Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Zaragoza, Zacapoaxtla y Zautla. En lo que respecta a su población, ésta es de 359,054 habitantes.

Esta zona se ubica dentro de las regiones hidrológicas Nos. 18 y 28, denominadas “Balsas” y Papaloapan”, respectivamente. Igualmente, les corresponden las subregiones hidrológicas Nos. 18-A –Alto Balsas-, 28-A –ríos Actopan, La Antigua y Jam- y 28-B río Papaloapan.

Por su parte, las corrientes principales son el arroyo Xonecuila y el río Barranca La Malinche, que nacen en Tlaxcala y vierten sus escurrimientos, en forma intermitente, al lago de Totolcingo o El Carmen. Así, el escurrimiento superficial es transitorio y escaso, ya que se trata de una cuenca endorreica, sin salidas superficiales.

Nivel de agua subterránea

La profundidad a los niveles estáticos varían en la zona de menos de 2 a poco más de 100m: es somera en el área lacustre, como la superficie del lago Totolcingo que llega a ser de menos de 2 m en su porción central, hasta aflorar en el área ocupada por éste; por su parte, en Tepeyahualco aflora el agua en los axalapascos de Alchichica y Quecholac, entre otros, con profundidad al nivel estático de 5 m en el área lacustre y aumenta con un rango de 40 a 100 m en las estribaciones de las sierras que rodean al valle.

Con relación a la configuración de los niveles del agua en la zona que nos ocupa, la carga hidráulica varía entre 2325 y 2440 metros sobre el nivel del mar (msnm), con un comportamiento decreciente de las partes altas hacia las áreas lacustres y en los bordes suroriental y nororiental de la zona. Así, en las áreas lacustres, se presenta un patrón de flujo subterráneo característico de cuencas cerradas, donde la alimentación subterránea procede de Huamantla y de Buenos Aires, mientras que la descarga se realiza hacia las áreas de Libres y Oriental. Similar a la distribución anterior, el flujo del área lacustre de Tepeyahualco no converge en el sitio ocupado por el lago, sino hacia la zona de bombeo, al poniente de aquélla y se vislumbra una salida subterránea dirigida al vecino estado de Veracruz. Es probable que en la mitad norte de la zona, las fallas y fracturas, la caldera de Los Humeros y otras estructuras controlan el flujo, dando como resultado sistemas hidrotermales profundos.

Extracción de agua subterránea

En el lapso 1964-96, la extracción de agua subterránea en este acuífero se incrementó paralelamente a la perforación de más captaciones profundas, principalmente, con uso agrícola, ya que de

la extracción total, un 80% se destina a esa actividad. Así, en 1996, se bombeaba en la zona un volumen de 103 Mm^3.

Balance de aguas subterráneas

Recarga

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga anual puede presentar variaciones significativas con respecto al valor medio calculado, dependiendo de las características y distribución de la precipitación pluvial, aunque debido al efecto regulador del gigantesco almacenamiento subterráneo, no se traducen en fluctuaciones importantes de los niveles del agua subterránea. Aparentemente, el incremento del bombeo ha inducido un aumento gradual de la recarga en las áreas lacustres, y los excedentes de riego, tal vez, sea del 15 al 25% del volumen aplicado al riego. Considerando todo lo anterior, la recarga total del acuífero es de 179.3 Mm^3.

Descarga

Por su parte, las descargas del acuífero se efectúan de diversas formas: por evapotranspiración y por bombeo, siendo la descarga total de 193 Mm^3/año, en el área de balance, para el periodo 1984-96.

Recarga total media anual

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Libres-Oriental es de 179.3 millones de metros cúbicos por año (Mm^3/año).

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Libres-Oriental, la descarga natural comprometida es de 20 millones de metros cúbicos por año.

Permeabilidad.

La permeabilidad se define como la capacidad que tienen los diversos materiales geológicos (rocas y suelos) de permitir el paso de fluidos a través de ellos, que pueden ser petróleo y en este caso, el agua.

- Materiales con permeabilidad media-alta

Se consideran aquí a rocas porosas y bastante fracturadas, con discontinuidades entreabiertas y con muy escaso relleno, así como también, a sedimentos no consolidados de grano grueso y medio, con bajo contenido de arcillas. Estos materiales pueden permitir el flujo del agua en cantidades suficientes como para conformar muy buenas zonas de recarga y si se conjugan los factores mencionados anteriormente, constituir acuíferos capaces de sustentar a poblaciones y actividades económicas de mediana escala.

- **Acuífero Valle de Tecamachalco.**

El acuífero del valle de Tecamachalco se localiza en la porción central del estado de Puebla, su extensión superficial es de 3,600 kilómetros cuadrados (km^2). Colinda con: la sierra de Soltepec al noreste; por el volcán de La Malinche al norte; por la sierra de Zapotitlan alsur y suroeste y por la sierra del Tenzo al oeste.

En esta zona se encuentran 29 municipios contenidos de manera total o percial: Acatzingo, Amozoc, Cañada Morelos, Cuapiaxtla de Madero, Cuautinchán, Chapulco, Esperanza, General Felipe Angeles, Huitziltepec,

Mixtla, Molcaxac, Nicolás Bravo, Palmar de Bravo, Quecholac, Los Reyes de Juárez, San Salvador Huixolatla, Santiago Miahuatlán, Santo Tomas Hueyotlipan Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tepanco de López, Tepatlaxco de Hidalgo, Tepeaca, Tepeyehualco de Cuautémoc, Tlacotepec de Benito Juárez, Tlanepantla, Tochtepec, Xochitlán Todos Santos y Yehualtepec

Con base en las delimitaciones del acuífero la zona de estudio queda comprendida en las regiones del Papaloapan y del Balsas, con la siguiente distribución; el valle Esperanza desde la segunda unidad del Distrito de Riego hasta Tehuacan pertenece a la subcuenca del río Salado, emplazada en la Región Hidrológica No. 28, Cuenca del Río Papaloapan.

Nivel de agua subterránea

La profundidad a los niveles estáticos varía en la zona de Esperanza entre unos 10 a poco más de 90 m: los niveles más someros se localizan al sur de la población de Tepeaca, en tanto las más profundas se han identificado en las inmediaciones del cerro Tlacomilco. En el valle de Palmar de Bravo la distribución de las profundidades también obedece a las condiciones topográficas, con profundidad al nivel estático de 20 m en el área central del valle, en tanto los más profundos se encuentran dentro del rango de 50 a 60 m en las estribaciones de las sierras El Monumento.

En el área correspondiente al distrito de riego los horizontes del agua se localizan entre 20 y 60 metros de profundidad, localizándose los niveles más someros en las vecindades del canal principal, mientras que los más profundos se encuentran en los alrededores del Poblado de Santa María la Alta. Cabe señalar que en la denominada 3 Unidad de Riego los niveles se encuentran relativamente más someros variando entre 5 y 50 metros de profundidad, alcanzando los niveles someros hacia Tehuacan y los profundos hacia Temalayuca y Cacaloapan.

Con relación a la configuración de los niveles del agua en la zona que nos ocupa, la carga hidráulica varía entre 2325 y 2440 metrossobre el nivel del mar (msnm), con un comportamiento decreciente de las partes altas hacia las áreas propiamente el valle y en los bordes suroriental y nororiental de la zona.

Extracción de agua subterránea

En el lapso 1964-96, la extracción de agua subterránea en este acuífero se incrementó paralelamente a la perforación de más captaciones profundas, principalmente, con uso agrícola, ya que, de la extracción total, un 90% se destina a esa actividad. Así, en 1996, se bombeaba en la zona un volumen de 159.2 hm^3.

Balance de aguas subterráneas

Recarga

La zona de estudio recibe recarga vertical de 63.1 hm^3/año por infiltración de agua de lluvia y 67.1 hm^3/año de entradas subterráneas y 26.9 hm^3/año de recarga inducida, derivado una recarga total de 157.1 hm^3/año.

Descarga

Por su parte, las descargas del acuífero se efectúan básicamente por bombeo, siendo del orden de 204.9 hm^3/año.

Recarga total media anual

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Libres-Oriental es de 179.3 millones de metros cúbicos por año (Mm^3/año).

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el acuífero Valle de Tecamachalco, la descarga natural comprometida es nula. DNC = 0.0 hm^3 anuales.

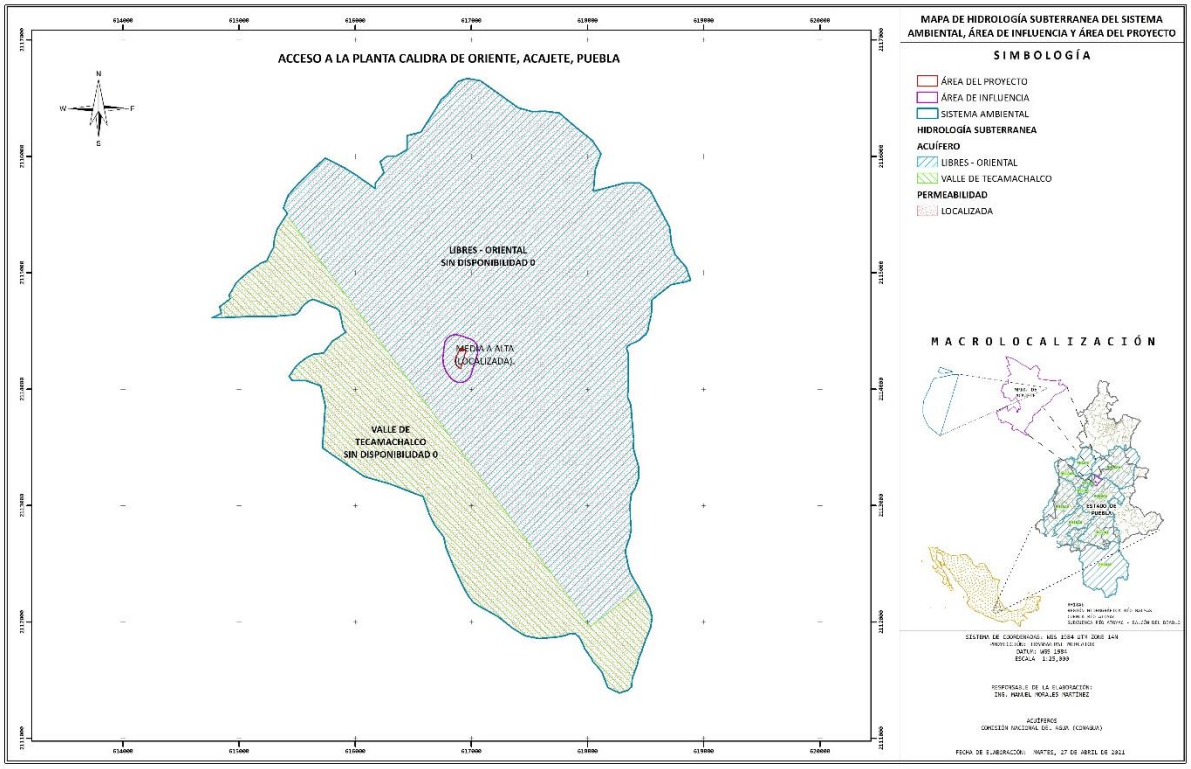


Figura IV.39. Hidrología subterránea del SA, AI y AP.

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 Libres – Oriental.

Cuadro IV.40. Acuíferos involucrados en el Sistema Ambiental.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
2102	Libres-Oriental	CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
		179.3	20.0	159.651629	103.0	0.000000	-0.351629

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS; disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la norma oficial mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

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 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H. se presenta la metodología empleada para el cálculo del balance hídrico.

Cuadro IV.41. 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	8,438,011.60	5,656,708.24	1,176,754.13	1,604,549.232	1.00
Área de influencia	71,805.48	48,329.32	8,660.60	14,815.556	1.00
Área del proyecto	6,897.84	4,642.65	831.96	1,423.22	1.00
AP con remoción	6,897.84	4,642.65	1,212.40	1,042.79	1.00

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.

Es necesario indicar que en el área del proyecto la mayor salida es por la evapotranspiración seguida por la infiltración y escurrimiento. En el sistema ambiental de igual manera la mayor salida es por la evapotranspiración, seguida de infiltración y escurrimiento.

Así mismo, es de gran importancia resaltar que tanto la infiltración, evapotranspiración y escurrimiento en el área del proyecto es menor que en el SA y AI, por lo que la evapotranspiración en el proyecto representa el 0.08% de la evapotranspiración del SA, en cuanto al escurrimiento del área del proyecto representa el 0.07 % del reportado en el SA y por último la infiltración que tan solo representa el 0.09% del reportado en el SA. Con ello se observa que la infiltración, evapotranspiración y escurrimiento en el área del proyecto es muy baja en comparación a la existente en el sistema ambiental y área de influencia por lo que al realizar el proyecto no se verá afectado significativamente en el balance hídrico.

Nota: Se presenta la memoria de cálculo de balance hídrico en las tres unidades de análisis, (ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL), CAPÍTULO IV, ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H_UA).

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 forestal del proyecto, así como el área de influencia, presentan un uso de suelo: bosque de encino-pino; para el sistema ambiental el uso de suelo corresponde a agricultura de temporal, bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino.

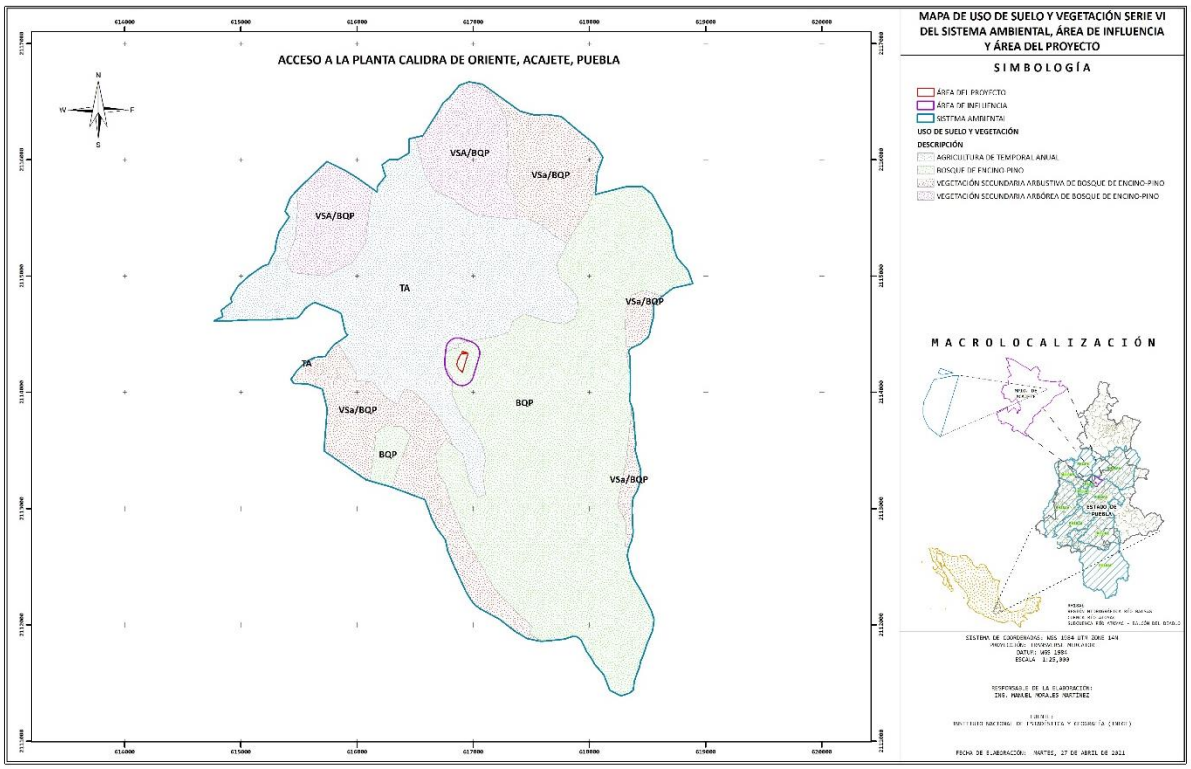


Figura IV.40. Uso de suelo en las áreas del proyecto, AI y SA, de acuerdo a INEGI serie VI

Bosque de encino-pino[iv]

Esta forma de vida, se constituye principalmente por especies de *Quercus* y *Pinus*, son bosques por lo general bajos, con troncos delgados y de crecimiento lento. Se distribuye a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur. Los climas en los que se desarrolla son: templados y semicálidos subhúmedos, y en menor grado semisecos; la temperatura media va de 14 a 18° C, las precipitaciones en la porción norte son mayores de 1,500 mm, mientras que al sur las lluvias no sobrepasan los 800 mm. Este tipo de vegetación se encuentra sobre diversos tipos de roca, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, que forman suelos de escaso desarrollo, tipo Regosol y Cambisol que comúnmente descansan sobre lechos rocosos.

Al norte y sureste de Acajete existe una comunidad compuesta en el estrato arbóreo, con alturas hasta de 7 m por: *Quercus rugosa* (encino), *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. crassipes*, *Q. glabrescens* (encino), *Pinus leiophylla* (ocote chino), *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Juniperus deppeana* (sabino) y en el estrato arbustivo de 1 m: *Baccharis conferta* (escobilla), *Eupatorium* sp., *Muhlenbergia macroura* y *Salvia elegans* (mirto). En la ladera oriental de la sierra de Eloxochitlán, se localiza un bosque secundario, con elementos como: en el estrato arbóreo con poco más de 4 m: *Quercus castanea* y *Pinus cembroides*; en el estrato arbustivo de 1.5 m: *Arctostaphylos polyfolia*, *Rhus terebinthifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Opuntia* sp., *Agave* sp. y *Arbutus* sp.; en el estrato herbáceo de 0.30 m se encuentran entre otras: *Cheilanthes* sp., *Polypodium guttatum* y *Satureja* sp.

Estos bosques al igual que los descritos anteriormente, han 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 pecuarias y agrícolas, así como por la explotación de especies con fines

maderables, para la extracción de leña, elaboración de carbón, etc., lo que ocasiona pérdidas de suelo por efecto de la erosión.

Cuadro IV.42. Especies para bosque de encino-pino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	-
Agavaceae	*Agave*	*Agave sp.*	Maguey	-
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus sp.*	Madroño	-
Ericaceae	*Arctostaphylos*	*Arctostaphylos polifolia*	Manzanillo	-
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escobilla	-
Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes sp.*	Helechos	-
Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea viscosa*	Chapulistle	-
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium sp.*	Lengua tzeltal	-
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Sabino	-
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	-
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia sp.*	Nopal	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus cembroides*	Pino	-
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	-
Grammitidaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helechos	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino prieto	-
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino	-
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus terebinthifolia*	Zumaqui cimarrón	-
Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia elegans*	Mirto	-
Lamiaceae	*Satureja*	*Satureja sp.*	Ajedrea	-

Sin embargo, de acuerdo a las observaciones y muestreos realizados en los trabajos de campo, se describen a continuación, la clasificación del uso de suelo y las condiciones presentes en el sistema ambiental (SA), área de influencia (AI) y las áreas donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo (AP).

SA

El uso actual de suelo para las áreas del SA es forestal y agrícola, presenta una mayor dominancia y abundancia de especies del género *Quercus;* en cuanto a la estructura vertical el género *Pinus* representa el estrato primario, seguido por *Juniperus y Quercus.* Es el área con mayor diversidad florística y mejor calidad ambiental, en total se identificaron 67 especies para los 4 estratos presentes, siendo el estrato arbóreo el que presenta una mayor riqueza. La superficie del SA es 37.5 ha.

AI

Para el área de influencia, el uso de suelo es similar al SA, presenta una ocupación entre uso agrícola y forestal; para esta área los géneros *Quercus* y *Pinus* cuentan con una riqueza específica similar, con dos especies para cada uno, sin embargo, las especie *Juniperus deppeana* es quien cuenta con la mayor

dominancia en la zona tomando en cuenta las existencias reales, así como mayor distribución en los sitios de muestreo. El AI presenta una calidad ambiental y riqueza menor a la del SA, cuenta con 22 especies totales para los 4 estratos. La superficie del AI es de 9.5094, sin embargo la superficie con cobertura forestal es 4.8031 ha.

AP

El área del proyecto presenta también una condición de baja calidad ambiental y riqueza florística con un total de 19 especies en tres estratos; las especies más representativas del estrato arbóreo *son Pinus pseudostrobus var. apulcensis, Quercus castanea* y *Juniperus deppeana*, de las cuales *Juniperus* se encuentra con una mayor presencia en las áreas y con los valores más altos en diámetro. En general esta área tiene condiciones con alto grado de perturbación. La superficie del AP es 0.9831 ha.

1. Fuentes de deterioro

La vegetación del estado de Puebla 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[v].

2. 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

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

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.

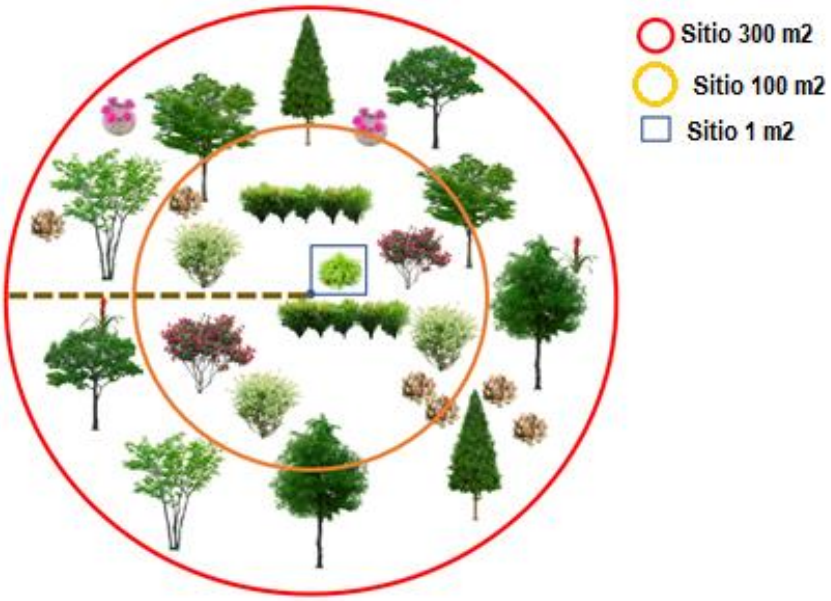


Imagen IV.3. Ejemplo sitio.

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

SA

- Estrato arbóreo: Con radio de 17.84 m (1,000 m^2) = 34 sitios.
- Estrato arbóreo: Con radio de 9.77 m (300 m^2) = 3 sitios.

- Estrato arbustivo: Con radio de 5.64 m (100 m^2) = 32 sitios.
- Estrato herbáceo: Sitio cuadrangular de 1 m^2 por lado) = 32 sitios.
- Estrato epífitas y/o cactáceas: Con radio de 9.77 m (300 m^2) = 37 sitios.

AI

- Estrato arbóreo: Con radio de 9.77 m (300 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 9.77 m (300 m^2) = 3 sitios.

AP

- Estrato arbóreo: Con radio de 9.77 m (300 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.

Imagen IV.4. Ubicación del sitio de muestreo.

Imagen IV.5. Ubicación del sitio de muestreo estrato herbáceo

Imagen IV.6. 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:

- Binoculares
- Cámara fotográfica
- Formato para el registro fotográfico
- Lápiz

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.
- ✓ Andrade M. G., Grether R., Hernández M. H., Medina-Lemos R., Rico L. y Sousa S. M. 2012. Mimosaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología. Coyoacán, México, D.F. 82 pp.
- ✓ Grether, R., Martínez-Bernal A. y Luckow M. 2006. Fascículo 44. Mimosaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Ecología, A.C. Morelia, Michoacán. 27 p.
- ✓ Guízar-Nolazco, E., Granados-Sánchez, D., Castañeda-Mendoza, A. 2010. Flora y Vegetación en la porción sur de la mixteca poblana. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. México, D.F. 25 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.
- ✓ Medina-Lemos R. 2012. Cactaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 246 p.
- ✓ Ramírez-Morillo I. 2005. Bromeliaceae. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 105 p.
- ✓ Romero-Rangel S., Rojas-Zenteno, E.C. y Rubio-Licona, L.E. 2015. Encinos de México: Quercus, Fagaceae, 100 especies. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 230 P.
- ✓ 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.
- ✓ Sánchez-Ken J.G. 2011. Fascículo 81. Poaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 230 P.
- ✓ Téllez V. O. y Sousa S. M. 1993. Fascículo 2. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fabaceae-Tribu Sophoreae. Facultad de Estudios Superiores Itzcala, UNAM. México, D.F. 14 p.
- ✓ Villareal-Quintanilla J.A., Villaseñor-Ríos J.L. y Medina-Lemos R. 2008. Asteraceae, Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología. Coyoacán, México. D.F. 65 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.7. 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 20%, las áreas de cambio de uso de suelo, se levantaron 3 sitios en una superficie de 0.9135 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., 2011vi; Mostacedo y Fredericksen, 2000vii).

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

$\bar{x}$ = Promedio

SA

Cuadro IV.43. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino-pino	1	6
Bosque de encino-pino	2	6
Bosque de encino-pino	3	2
Bosque de encino-pino	4	7
Bosque de encino-pino	5	6
Bosque de encino-pino	6	7
Bosque de encino-pino	7	5
Bosque de encino-pino	8	3
Bosque de encino-pino	9	7
Bosque de encino-pino	10	2
Bosque de encino-pino	11	3
Bosque de encino-pino	12	6
Bosque de encino-pino	13	8
Bosque de encino-pino	14	2
Bosque de encino-pino	15	7
Bosque de encino-pino	16	4
Bosque de encino-pino	17	6
Bosque de encino-pino	18	5
Bosque de encino-pino	19	5
Bosque de encino-pino	20	1

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino-pino	21	1
Bosque de encino-pino	22	1
Bosque de encino-pino	23	1
Bosque de encino-pino	24	1
Bosque de encino-pino	25	10
Bosque de encino-pino	26	7
Bosque de encino-pino	27	5
Bosque de encino-pino	28	6
Bosque de encino-pino	29	9
Bosque de encino-pino	30	11
Bosque de encino-pino	31	7
Bosque de encino-pino	32	7
Bosque de encino-pino	33	7
Bosque de encino-pino	34	9
Promedio (ẋ)		5
VARIANZA		8
Muestras (n)		34
Desviación estándar (S)		2.7692
Coeficiente de variación (CV)		52.3070
95% de probabilidad t=		2.0345
E=		20
N=		375
Total de sitios 95% (n=)		**26**

De acuerdo con la superficie total del SA (37.5 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 375, considerando que cada unidad muestrea tuvo una superficie de 300 m².

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

Tipo de vegetación	Superficie de SA		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
BEP	37.5	375,000.00	1,000	375

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:

$$n = \frac{2.0345^2 * 52.3070^2}{20^2 + \frac{2.0345^2 * 52.3070^2}{375}} = \mathbf{26}$$

El objetivo de levantar sitios en el SA es demostrar la permanencia de las especies, por lo que se levantaron sitios de diversos tamaños. Para estimar el tamaño de muestra se consideraron los sitios del estrato arbóreo que es el dominante y la mayor cantidad de sitios levantados de un tamaño, en este caso de 1,000 m^2. El número total de unidades muéstrales en toda la población es de 37, considerando que 34 sitios son de 1000 y 3 de 300 m^2.

Cuadro IV.45. Intensidad de muestreo

IM		
HA	M^2	%
37.5	375,000	100
3.4	34,000	**9.1**

Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en las áreas del SA, se estimó el esfuerzo de muestreo (ANEXO 8. ESFUERZO_ MUESTREO SA).

AI

Cuadro IV.46. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino-pino	1	9
Bosque de encino-pino	2	9
Bosque de encino-pino	3	8
Promedio (x̄)		9
VARIANZA		0
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		0.5774
Coeficiente de variación (CV)		6.6617
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		20
N=		160
Total de sitios 95% (n=)		**2**

De acuerdo con la superficie forestal del AI (4.8031 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 160, considerando que cada unidad muestrea tuvo una superficie de 300 m^2.

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

Tipo de vegetación	Superficie de AI		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m^2	m^2	N
BEP	4.8031	48,031.00	300	160

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:

$$n = \frac{4.3030^2 * 6.6617^2}{20^2 + \frac{4.3030^2 * 6.6617^2}{160}} = \mathbf{2}$$

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

Sin embargo, con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual de las áreas de AI se realizaron tres puntos de muestreo, es decir, más unidades muéstrales estadísticamente representativas. Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en las áreas del AI, se estimó el esfuerzo de muestreo (ANEXO 9. ESFUERZO_ MUESTREO AI).

AP

Cuadro IV.48. Representatividad estadística del muestreo.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino-pino	1	10
Bosque de encino-pino	2	9
Bosque de encino-pino	3	10
Promedio (x̄)		10
VARIANZA		0
Muestras (n)		3
Desviación estándar (S)		0.5774
Coeficiente de variación (CV)		5.9726
95% de probabilidad t=		4.3030
E=		20
N=		30
Total de sitios 95% (n=)		**2**

De acuerdo con la superficie total de cambio de uso de suelo (0.9135 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 30, considerando que cada unidad muestrea tuvo una superficie de 300 m².

Cuadro IV.49. Unidades muéstrales en toda la población.

Tipo de vegetación	Superficie de CUSTF		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
BEP	0.9135	9,135.00	300	30

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:

$$n = \frac{4.3030^2 * 5.9726^2}{20^2 + \frac{4.3030^2 * 5.9726^2}{33}} = \mathbf{2}$$

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

Sin embargo, con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual de las áreas de AP se realizaron tres puntos de muestreo, es decir, más unidades muéstrales estadísticamente representativas; resultando así una intensidad de muestreo del 9.9%.

Cuadro IV.50. Intensidad de muestreo.

IM		
HA	M²	%
0.9135	9,135	100
0.09	900	**9.9**

Nota: Se anexa memoria de cálculo del tamaño de muestra de las unidades de análisis (ANEXO IV.C. TAMAÑO_MUESTRA_UA). Aunado a eso se anexa el esfuerzo de muestreo para cada unidad de análisis, con la finalidad de demostrar la eficacia del muestreo. Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en las áreas del SA, se estimó el esfuerzo de muestreo (ANEXO 10. ESFUERZO_ MUESTREO AP), y los datos en Excel se presentan en el apartado ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL) por capítulo IV (ANEXO IV.D. ESFUERZO_MUESTREO_UA); a partir de la cual se establece que con el número de sitios realizados son suficientes.

Sitios de muestreo

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

SA

Cuadro IV.51. Coordenadas de muestreo realizado por estrato de vegetación.

Estrato	No.	X	Y
Arbóreo	1	617662	2114233
Arbóreo	2	617813	2114418
Arbóreo	3	617862	2114871
Arbóreo	4	617203	2114372
Arbóreo	5	617229	2114269
Arbóreo	6	617604	2114450
Arbóreo	7	617689	2114550
Arbóreo	8	617926	2114890
Arbóreo	9	617089	2114086
Arbóreo	10	616325	2114493
Arbóreo	11	616213	2114316
Arbóreo	12	615522	2114199

Estrato	No.	X	Y
Arbóreo	13	615626	2114272
Arbóreo	14	615965	2114570
Arbóreo	15	615586	2115085
Arbóreo	16	615662	2115115
Arbóreo	17	615833	2115251
Arbóreo	18	616678	2115750
Arbóreo	19	616943	2113233
Arbóreo	20	616664	2113774
Arbóreo	21	617296	2115471
Arbóreo	22	617245	2115466
Arbóreo	23	617105	2115309
Arbóreo	24	617048	2113364
Arbóreo	25	617212	2113933
Arbóreo	26	617476	2114043
Arbóreo	27	617766	2114042
Arbóreo	28	617864	2114146
Arbóreo	29	617759	2114170
Arbóreo	30	617617	2114126
Arbóreo	31	618044	2114035
Arbóreo	32	617931	2113545
Arbóreo	33	618029	2113556
Arbóreo	34	618028	2113742
Arbóreo	35	616994	2114269
Arbóreo	36	616847	2114208
Arbóreo	37	616839	2114173
Arbustivo	1	617662	2114233
Arbustivo	2	617813	2114418
Arbustivo	3	617862	2114871
Arbustivo	4	617203	2114372
Arbustivo	5	617604	2114450
Arbustivo	6	617689	2114550
Arbustivo	7	617926	2114890
Arbustivo	8	617089	2114086
Arbustivo	9	616325	2114493
Arbustivo	10	616213	2114316
Arbustivo	11	615522	2114199
Arbustivo	12	615626	2114272
Arbustivo	13	615965	2114570
Arbustivo	14	615586	2115085
Arbustivo	15	615662	2115115
Arbustivo	16	615833	2115251
Arbustivo	17	616678	2115750
Arbustivo	18	616943	2113233
Arbustivo	19	617212	2113933
Arbustivo	20	617476	2114043
Arbustivo	21	617766	2114042
Arbustivo	22	617864	2114146
Arbustivo	23	617759	2114170
Arbustivo	24	617617	2114126
Arbustivo	25	618044	2114035
Arbustivo	26	617931	2113545
Arbustivo	27	618029	2113556
Arbustivo	28	618028	2113742
Arbustivo	29	616994	2114269
Arbustivo	30	616847	2114208
Arbustivo	31	616839	2114173
Arbustivo	32	616914	2114310
Herbáceo	1	617662	2114233

Estrato	No.	X	Y
Herbáceo	2	617813	2114418
Herbáceo	3	617862	2114871
Herbáceo	4	617203	2114372
Herbáceo	5	617229	2114269
Herbáceo	6	617604	2114450
Herbáceo	7	617689	2114550
Herbáceo	8	617926	2114890
Herbáceo	9	617089	2114086
Herbáceo	10	616325	2114493
Herbáceo	11	616213	2114316
Herbáceo	12	615522	2114199
Herbáceo	13	615626	2114272
Herbáceo	14	615950	2114576
Herbáceo	15	615586	2115085
Herbáceo	16	615662	2115115
Herbáceo	17	615833	2115251
Herbáceo	18	616678	2115750
Herbáceo	19	616943	2113233
Herbáceo	20	617212	2113933
Herbáceo	21	617476	2114043
Herbáceo	22	617766	2114042
Herbáceo	23	617864	2114146
Herbáceo	24	617759	2114170
Herbáceo	25	617617	2114126
Herbáceo	26	618044	2114035
Herbáceo	27	617931	2113545
Herbáceo	28	618029	2113556
Herbáceo	29	618031	2113731
Herbáceo	30	616987	2114257
Herbáceo	31	616995	2114259
Herbáceo	32	616839	2114173
Epífitas y/o cactáceas	1	617662	2114233
Epífitas y/o cactáceas	2	617813	2114418
Epífitas y/o cactáceas	3	617862	2114871
Epífitas y/o cactáceas	4	617203	2114372
Epífitas y/o cactáceas	5	617229	2114269
Epífitas y/o cactáceas	6	617604	2114450
Epífitas y/o cactáceas	7	617689	2114550
Epífitas y/o cactáceas	8	617926	2114890
Epífitas y/o cactáceas	9	617089	2114086
Epífitas y/o cactáceas	10	616325	2114493
Epífitas y/o cactáceas	11	616213	2114316
Epífitas y/o cactáceas	12	615522	2114199
Epífitas y/o cactáceas	13	615626	2114272
Epífitas y/o cactáceas	14	615965	2114570
Epífitas y/o cactáceas	15	615586	2115085
Epífitas y/o cactáceas	16	615662	2115115
Epífitas y/o cactáceas	17	615833	2115251
Epífitas y/o cactáceas	18	616678	2115750
Epífitas y/o cactáceas	19	616943	2113233
Epífitas y/o cactáceas	20	616664	2113774
Epífitas y/o cactáceas	21	617016	2113042
Epífitas y/o cactáceas	22	617002	2113244
Epífitas y/o cactáceas	23	616971	2113187
Epífitas y/o cactáceas	24	617166	2114087
Epífitas y/o cactáceas	25	617122	2114139
Epífitas y/o cactáceas	26	617212	2113933
Epífitas y/o cactáceas	27	617476	2114043

Estrato	No.	X	Y
Epífitas y/o cactáceas	28	617766	2114042
Epífitas y/o cactáceas	29	617864	2114146
Epífitas y/o cactáceas	30	617759	2114170
Epífitas y/o cactáceas	31	617617	2114126
Epífitas y/o cactáceas	32	618044	2114035
Epífitas y/o cactáceas	33	617931	2113545
Epífitas y/o cactáceas	34	618029	2113556
Epífitas y/o cactáceas	35	618028	2113742
Epífitas y/o cactáceas	36	616847	2114208
Epífitas y/o cactáceas	37	616839	2114173

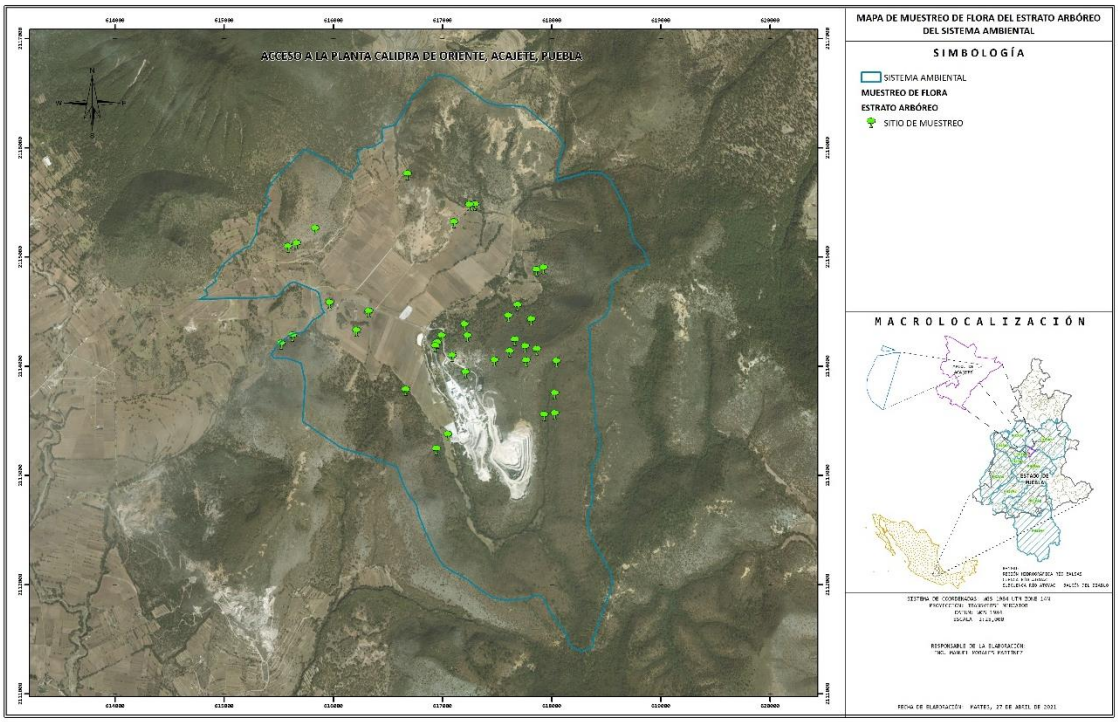


Figura IV.41. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbóreo.

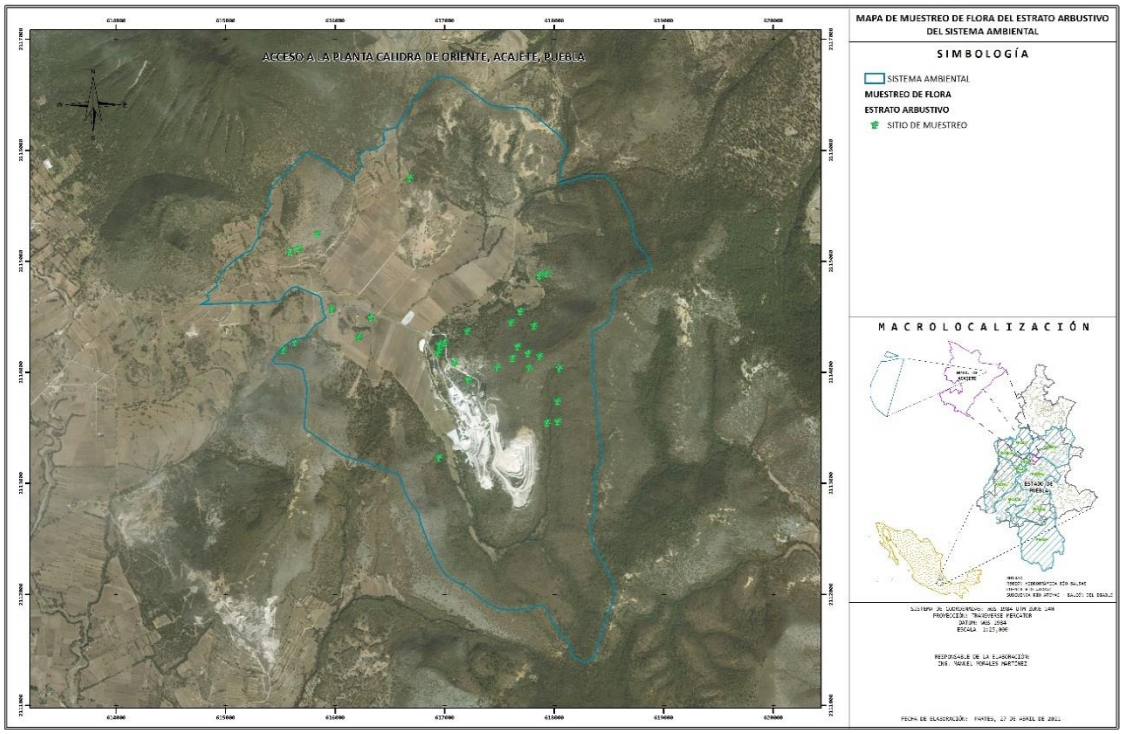


Figura IV.42. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbustivo.

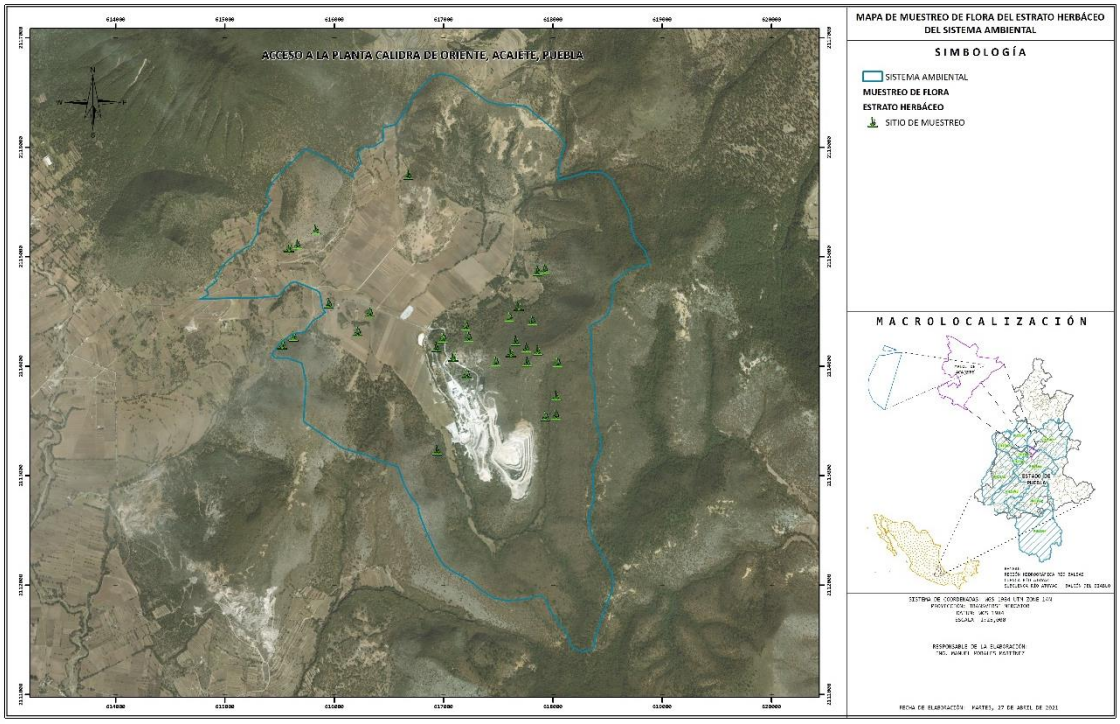


Figura IV.43. Mapa de los sitios de muestreo estrato herbáceo

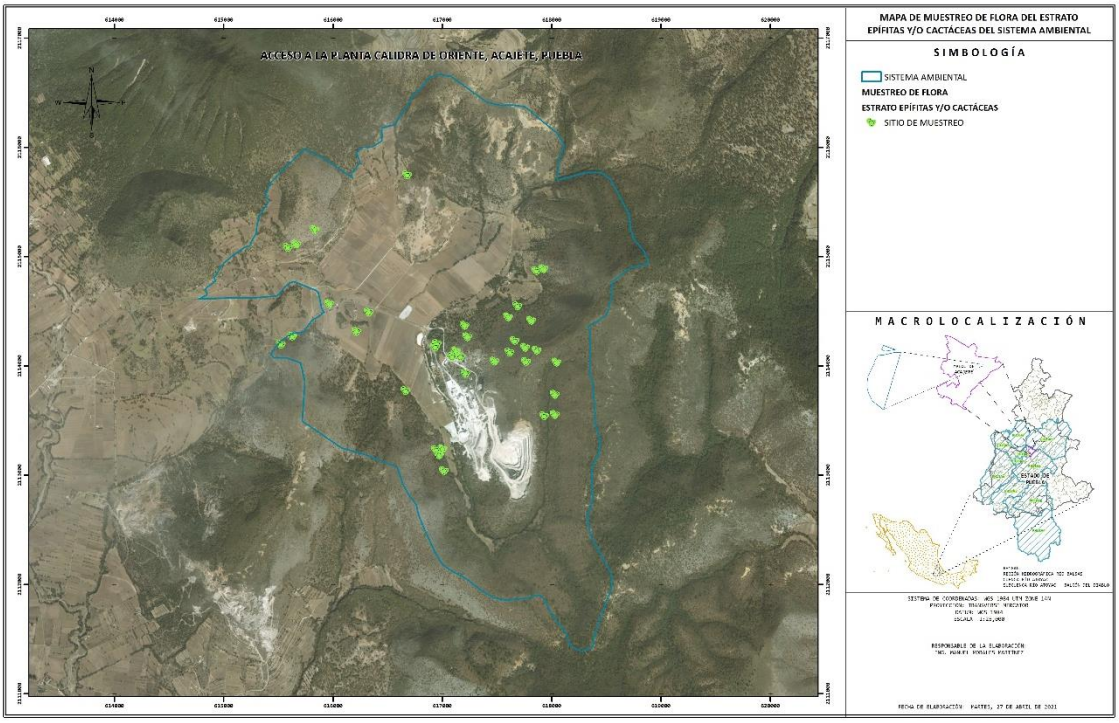


Figura IV.44. Mapa de los sitios de muestreo estrato epífitas y/o cactáceas.

AI

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

Cuadro IV.52. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de los diferentes estratos.

Sitio Final	X	Y	Estrato
1	616987	2114257	Herbáceo
	616994	2114269	Arbóreo
	616994	2114269	Arbustivo
	616994	2114269	Epífitas y/o cactáceas
2	616995	2114259	Herbáceo
	616952	2114206	Arbóreo
	616952	2114206	Arbustivo
	616952	2114206	Epífitas y/o cactáceas
3	616952	2114206	Herbáceo
	616934	2114174	Arbóreo
	616934	2114174	Arbustivo
	616934	2114174	Epífitas y/o cactáceas
4	616948	2114246	Arbustivo
	616934	2114174	Herbáceo

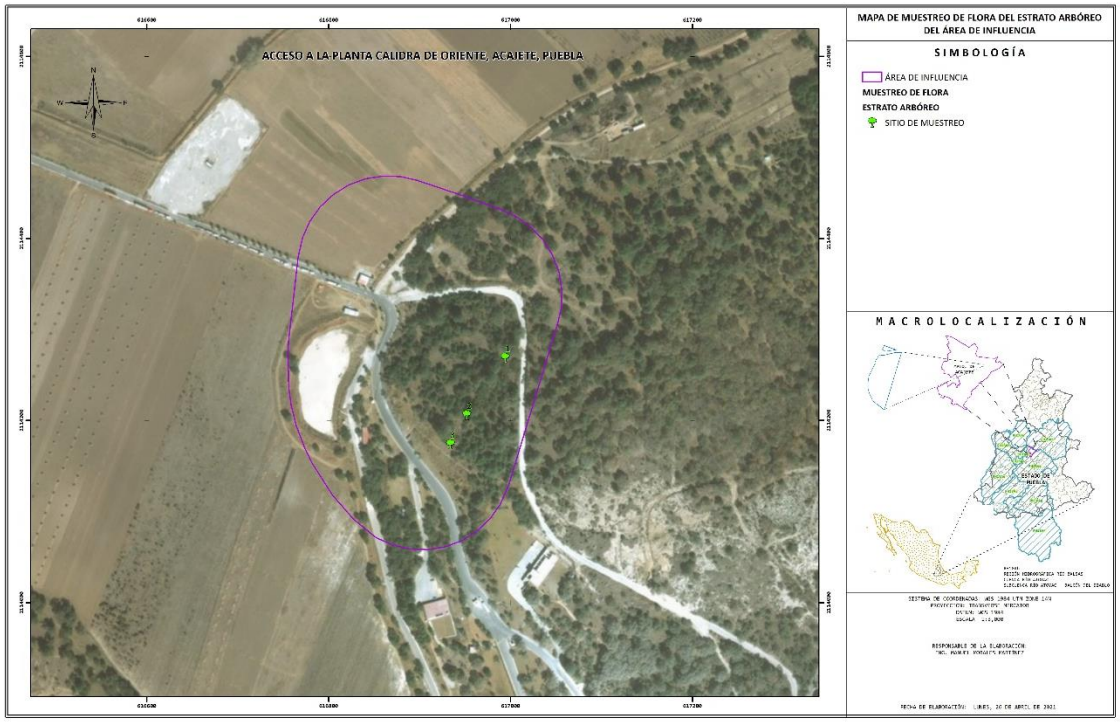


Figura IV.45. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbóreo.

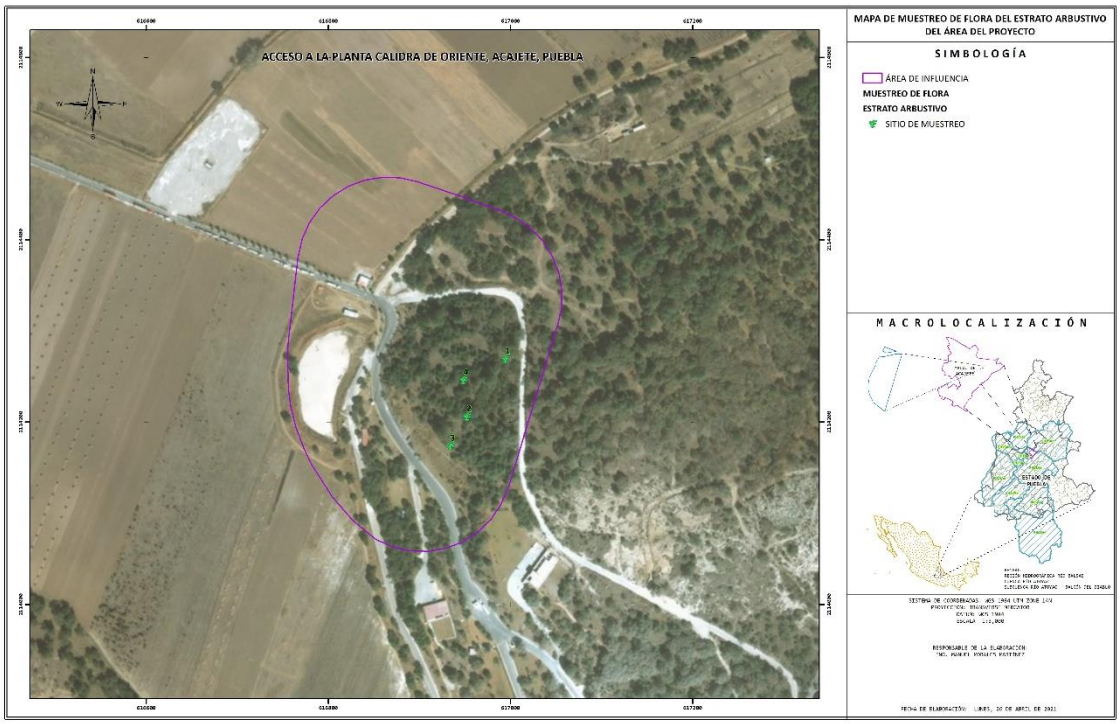


Figura IV.46. Mapa de los sitios de muestreo estrato arbustivo.

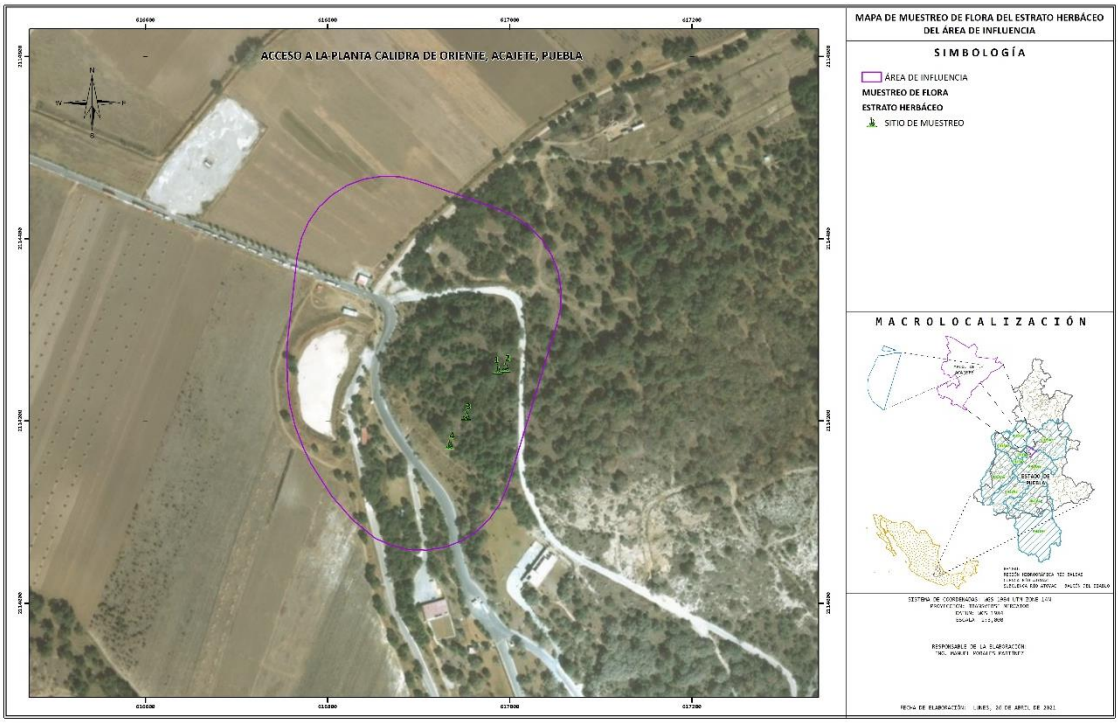


Figura IV.47. Mapa de los sitios de muestreo estrato herbáceo

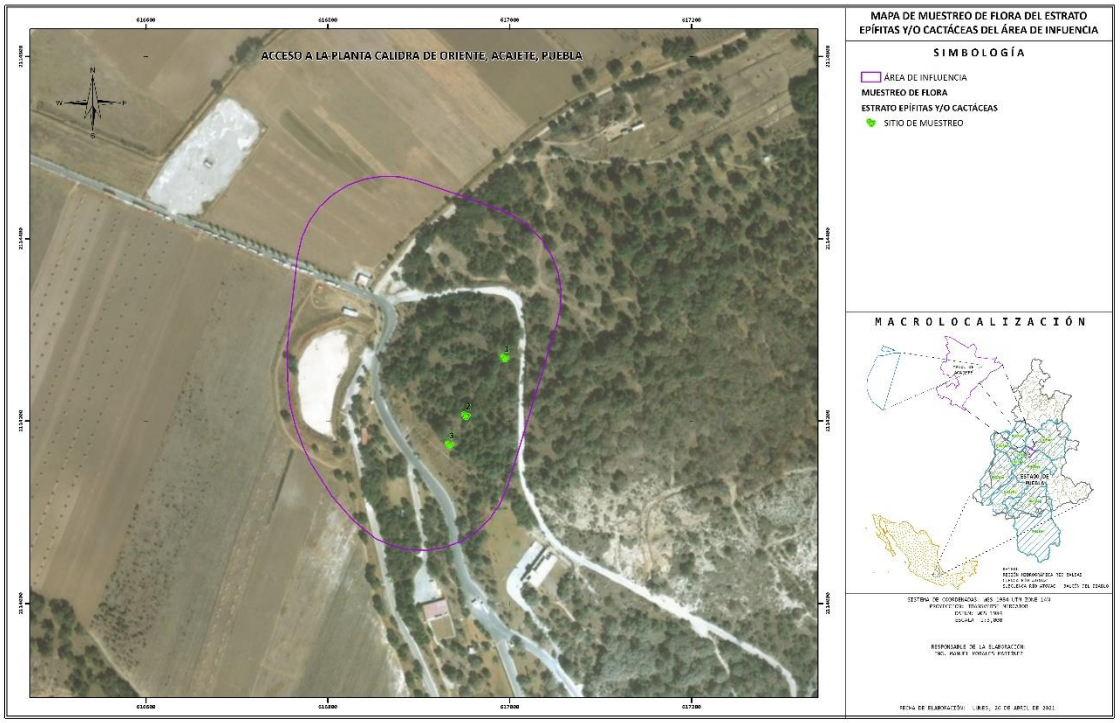


Figura IV.48. Mapa de los sitios de muestreo estrato epífitas y/o cactáceas.

AP

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

Cuadro IV.53. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de los diferentes estratos.

Sitio Final	X	Y	Estrato
1	616886	2114224	Arbóreo
			Arbustivo
			Herbáceo
2	616895	2114281	Arbóreo
			Arbustivo
			Herbáceo
3	616914	2114310	arbóreo
			Arbustivo
			Herbáceo

Cuadro IV.54. Coordenadas de los vértices sitios de muestreo del estrato herbáceo

SITIO FINAL	VÉRTICE	X	Y
1	1	616885.5	2114223.5
	2	616885.5	2114224.5
	3	616886.5	2114224.5
	4	616886.5	2114223.5
2	1	616894.5	2114280.5
	2	616894.5	2114281.5
	3	616895.5	2114281.5
	4	616895.5	2114280.5
3	1	616913.5	2114309.5
	2	616913.5	2114310.5
	3	616914.5	2114310.5
	4	616914.5	2114309.5

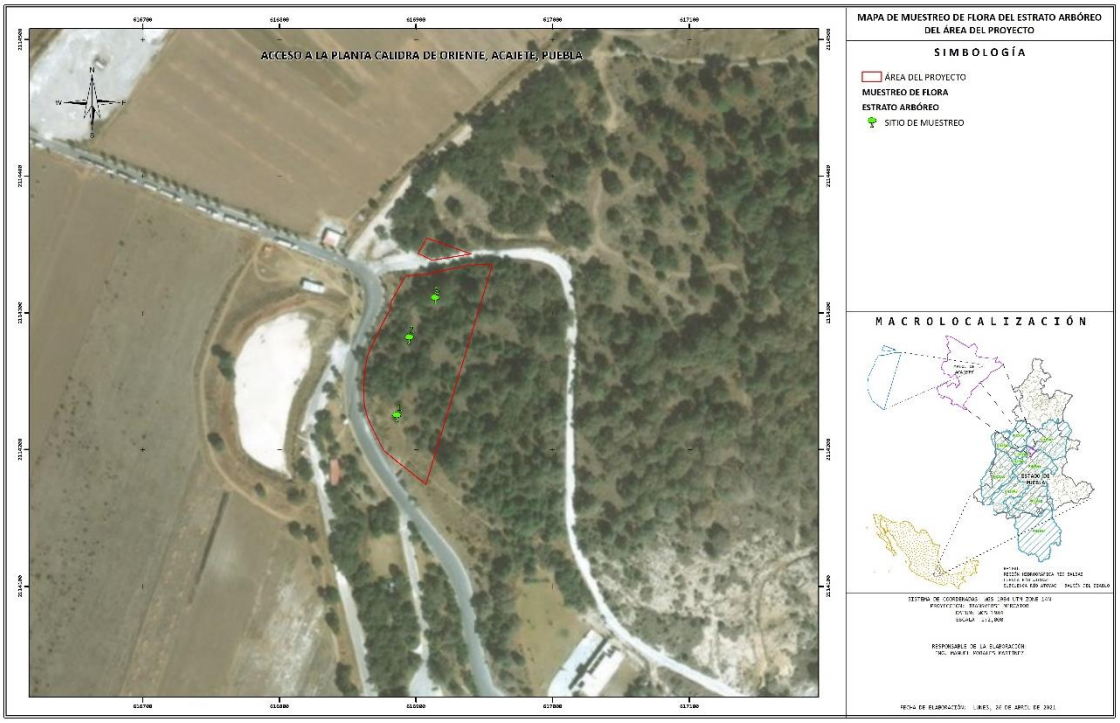


Figura IV.49. Mapa del muestreo del estrato arbóreo

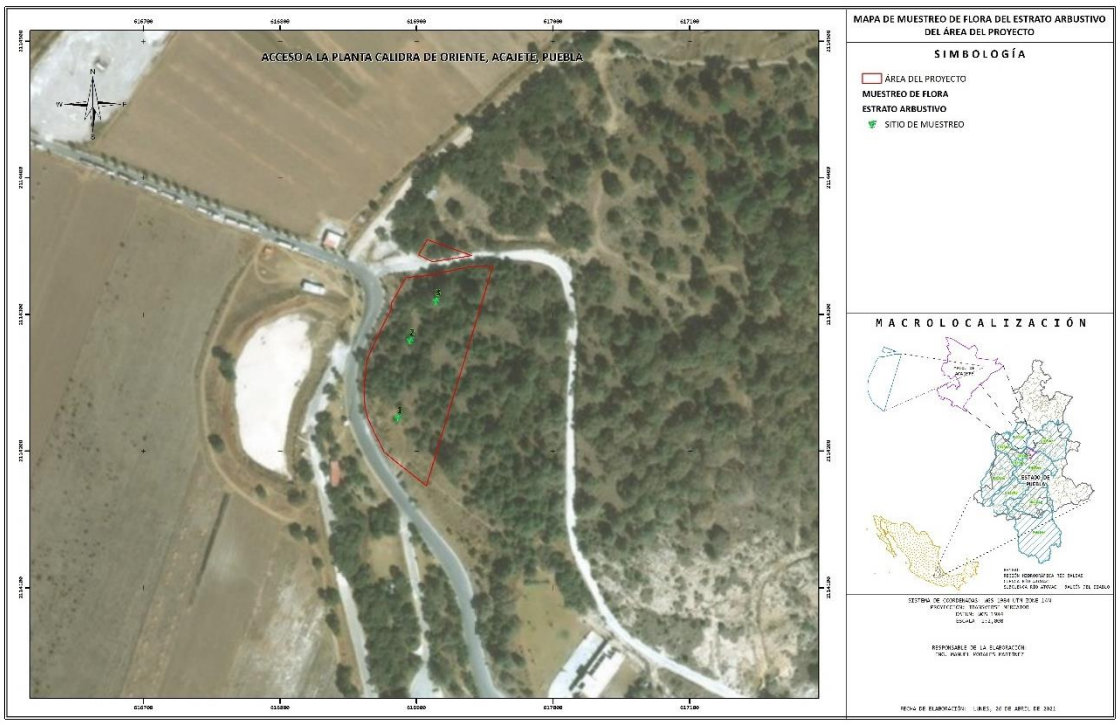


Figura IV.50. Mapa del muestreo del estrato arbustivo.

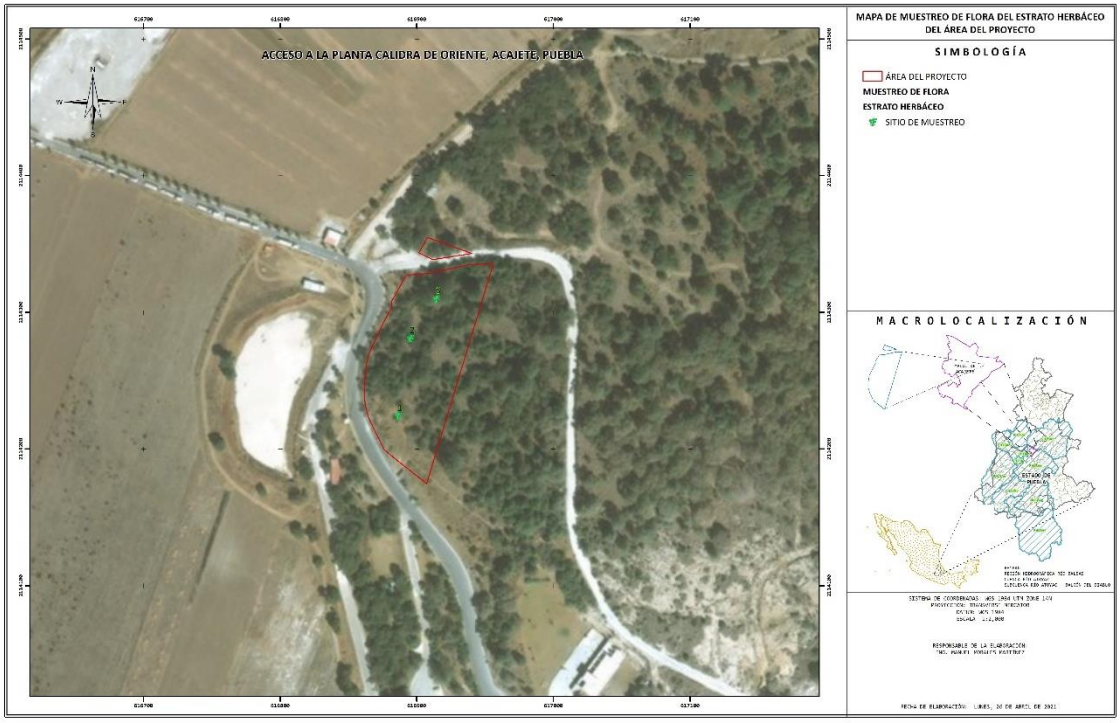


Figura IV.51. Mapa del muestreo del estrato herbáceo

Especies por sitios de muestreo

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

SA

Cuadro IV.55. Muestreo del estrato arbóreo

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
1	617662	2114233	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	27
			Nolina longifolia	Borracho	24
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	96
			Quercus deserticola	Encino colorado	4
			Quercus glabrescens	Encino	12
2	617813	2114418	*Juniperus deppeana*	Táscate	6
			Nolina longifolia	Borracho	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	16
			Quercus acutifolia	Aguatle	3
			Quercus microphylla	Encino enano	3
			Quercus glabrescens	Encino	19
3	617862	2114871	*Juniperus deppeana*	Táscate	32
			Quercus acutifolia	Aguatle	1
4	617203	2114372	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2
			Juniperus deppeana	Táscate	39
			Nolina longifolia	Borracho	2
			Pinus leiophylla	Ocote chino	5

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	4
			Quercus castanea	Capulincillo	5
			Quercus glabrescens	Encino	3
5	617229	2114269	*Juniperus deppeana*	Táscate	2
			Pinus leiophylla	Ocote chino	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	2
			Quercus acutifolia	Aguatle	4
			Quercus castanea	Capulincillo	29
			Quercus glabrescens	Encino	5
6	617604	2114450	*Juniperus deppeana*	Táscate	23
			Nolina longifolia	Borracho	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6
			Quercus acutifolia	Aguatle	14
			Quercus castanea	Capulincillo	13
			Quercus glabrescens	Encino	1
7	617689	2114550	*Juniperus deppeana*	Táscate	9
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	5
			Quercus acutifolia	Aguatle	13
			Quercus castanea	Capulincillo	17
			Quercus glabrescens	Encino	9
8	617926	2114890	*Juniperus deppeana*	Táscate	8
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	1
			Quercus acutifolia	Aguatle	2
9	617089	2114086	*Juniperus deppeana*	Táscate	16
			Nolina longifolia	Borracho	3
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	1
			Quercus greggii	Tesmole	1
			Quercus microphylla	Encino enano	3
			Quercus deserticola	Encino colorado	1
10	616325	2114493	*Juniperus deppeana*	Táscate	12
			Quercus microphylla	Encino enano	137
11	616213	2114316	*Juniperus deppeana*	Táscate	10
			Prunus serotina	Capulín	2
			Quercus microphylla	Encino enano	221
12	615522	2114199	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	12
			Buddleja cordata	Tepozan	3
			Juniperus deppeana	Táscate	105
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	1
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	32
13	615626	2114272	*Buddleja cordata*	Tepozan	4
			Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto rojo	1
			Juniperus deppeana	Táscate	20
			Nolina longifolia	Borracho	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	4

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Prunus serotina	Capulín	2
			Quercus acutifolia	Aguatle	4
14	615965	2114570	*Juniperus deppeana*	Táscate	13
			Quercus microphylla	Encino enano	72
15	615586	2115085	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	2
			Juniperus deppeana	Táscate	4
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	3
			Quercus crassipes	Encino	4
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	87
			Quercus deserticola	Encino colorado	1
16	615662	2115115	*Dodonaea viscosa*	Venado	1
			Juniperus deppeana	Táscate	7
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	5
			Quercus microphylla	Encino enano	1
17	615833	2115251	*Buddleja cordata*	Tepozan	1
			Dodonaea viscosa	Venado	2
			Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	3
			Forestiera phillyreoides	Garrapatillo	1
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	12
18	616678	2115750	*Juniperus deppeana*	Táscate	12
			Quercus castanea	Capulincillo	15
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	22
			Quercus deserticola	Encino colorado	2
19	616943	2113233	*Juniperus deppeana*	Táscate	11
			Nolina longifolia	Borracho	7
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	1
			Quercus castanea	Capulincillo	22
20	616664	2113774	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	10
21	617296	2115471	*Quercus microphylla*	Encino enano	95
22	617245	2115466	*Quercus microphylla*	Encino enano	121
23	617105	2115309	*Quercus microphylla*	Encino enano	202
24	617048	2113364	*Crataegus mexicana*	Tejocote	23
25	617212	2113933	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	1
			Juniperus deppeana	Táscate	22
			Nolina longifolia	Borracho	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	19
			Quercus acutifolia	Aguatle	2
			Quercus castanea	Capulincillo	8
			Quercus crassipes	Encino	2
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	5
			Quercus deserticola	Encino colorado	5
26	617476	2114043	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1
			Juniperus deppeana	Táscate	4
			Nolina longifolia	Borracho	37

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	3
			Quercus acutifolia	Aguatle	24
			Quercus castanea	Capulincillo	4
			Quercus glabrescens	Encino	13
27	617766	2114042	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2
			Juniperus deppeana	Táscate	12
			Nolina longifolia	Borracho	4
			Quercus deserticola	Encino colorado	24
			Quercus glabrescens	Encino	97
28	617864	2114146	*Arbutus xalapensis*	Madroño	5
			Juniperus deppeana	Táscate	11
			Nolina longifolia	Borracho	7
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	1
			Quercus deserticola	Encino colorado	11
			Quercus glabrescens	Encino	101
29	617759	2114170	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1
			Buddleja cordata	Tepozan	1
			Juniperus deppeana	Táscate	9
			Nolina longifolia	Borracho	8
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	1
			Quercus acutifolia	Aguatle	7
			Quercus castanea	Capulincillo	6
			Quercus deserticola	Encino colorado	11
			Quercus glabrescens	Encino	111
30	617617	2114126	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2
			Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	14
			Juniperus deppeana	Táscate	17
			Nolina longifolia	Borracho	4
			Quercus acutifolia	Aguatle	7
			Quercus dysophylla	Encino laurelillo	2
			Quercus glaucoides	Encino prieto	3
			Quercus microphylla	Encino enano	2
			Quercus deserticola	Encino colorado	7
			Quercus glabrescens	Encino	38
31	618044	2114035	*Juniperus deppeana*	Táscate	8
			Nolina longifolia	Borracho	8
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	20
			Quercus acutifolia	Aguatle	6
			Quercus castanea	Capulincillo	9
			Quercus deserticola	Encino colorado	13
			Quercus glabrescens	Encino	53
32	617931	2113545	*Crataegus mexicana*	Tejocote	4
			Juniperus deppeana	Táscate	4
			Pinus leiophylla	Ocote chino	1

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Quercus acutifolia	Aguatle	22
			Quercus castanea	Capulincillo	2
			Quercus deserticola	Encino colorado	15
			Quercus glabrescens	Encino	28
			Arbutus xalapensis	Madroño	1
			Buddleja cordata	Tepozan	2
			Juniperus deppeana	Táscate	2
33	**618029**	**2113556**	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	2
			Quercus acutifolia	Aguatle	22
			Quercus deserticola	Encino colorado	61
			Quercus glabrescens	Encino	27
			Arbutus xalapensis	Madroño	5
			Juniperus deppeana	Táscate	6
			Pinus leiophylla	Ocote chino	2
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	4
34	**618028**	**2113742**	*Prunus serotina*	Capulín	1
			Quercus acutifolia	Aguatle	5
			Quercus castanea	Capulincillo	3
			Quercus deserticola	Encino colorado	17
			Quercus glabrescens	Encino	58
			Juniperus deppeana	Táscate	18
			Nolina longifolia	Borracho	1
35	**616994**	**2114269**	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	12
			Quercus castanea	Capulincillo	19
			Quercus mexicana	Encino Amarillo	1
			Arbutus xalapensis	Madroño	1
			Juniperus deppeana	Táscate	39
36	**616952**	**2114206**	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	40
			Quercus castanea	Capulincillo	10
			Juniperus deppeana	Táscate	26
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6
			Quercus mexicana	Encino Amarillo	7
37	**616934**	**2114174**	*Nolina longifolia*	Borracho	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	12
			Quercus castanea	Capulincillo	19
			Quercus mexicana	Encino Amarillo	1
			Arbutus xalapensis	Madroño	1
			Juniperus deppeana	Táscate	39
36	**616847**	**2114208**	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	1
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	40
			Quercus castanea	Capulincillo	10
37	**616839**	**2114173**	*Juniperus deppeana*	Táscate	26
			Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	6

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Quercus mexicana	Encino Amarillo	7

Cuadro IV.56. Muestreo del estrato arbustivo.

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
1	617662	2114233	*Ageratina astellera*	Ageratina	15
			Amelanchier denticulata	Membrillito	6
			Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	41
			Perymenium discolor	Tepepoca	7
			Rhus standleyi	Vara negra	27
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	23
			Viguiera dentata	Chimalacate	19
2	617813	2114418	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	15
			Rhus standleyi	Vara negra	5
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	5
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	3
3	617862	2114871	*Ageratina astellera*	Ageratina	1
			Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	3
			Rhus standleyi	Vara negra	2
4	617203	2114372	*Baccharis conferta*	Azoyate	2
			Iresine orientalis	Iresine	4
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	7
5	617604	2114450	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	3
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	8
			Rhus standleyi	Vara negra	8
6	617689	2114550	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	1
			Amelanchier denticulata	Membrillito	9
			Rhus standleyi	Vara negra	1
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	4
7	617926	2114890	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	1
			Rhus standleyi	Vara negra	20
8	617089	2114086	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	10
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	3
9	616325	2114493	*Acourtia discolor*	Acourtia	6
			Ageratina astellera	Ageratina	28
			Ageratina petiolaris	Hierba de ángel	5
			Baccharis conferta	Azoyate	4
			Perymenium discolor	Tepepoca	5
			Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	3
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	9
10	616213	2114316	*Ageratina astellera*	Ageratina	36
			Lamourouxia dasyantha	Campanita	21
			Perymenium discolor	Tepepoca	21

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	14
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	4
11	615522	2114199	*Acourtia discolor*	Acourtia	3
			Ageratina astellera	Ageratina	45
			Amelanchier denticulata	Membrillito	21
			Baccharis conferta	Azoyate	9
			Iresine orientalis	Iresine	2
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	11
			Rhus standleyi	Vara negra	4
			Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	5
12	615626	2114272	*Ageratina astellera*	Ageratina	7
			Amelanchier denticulata	Membrillito	6
			Baccharis conferta	Azoyate	2
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	5
			Rhus standleyi	Vara negra	2
13	615965	2114570	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	2
14	615586	2115085	*Ageratina astellera*	Ageratina	6
			Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	13
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	14
			Viguiera dentata	Chimalacate	2
15	615662	2115115	*Ageratina astellera*	Ageratina	1
			Asclepias linaria	Romero de monte	1
			Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	4
			Brickellia veronicifolia	Estrellita	7
			Rhus standleyi	Vara negra	2
16	615833	2115251	*Ageratina astellera*	Ageratina	2
			Asclepias linaria	Romero de monte	3
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	4
			Rhus standleyi	Vara negra	5
17	616678	2115750	*Acourtia discolor*	Acourtia	2
			Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	3
			Loeselia mexicana	Espinosilla	13
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	2
			Rhus standleyi	Vara negra	4
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	3
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	22
18	616943	2113233	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	6
19	617212	2113933	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	1
			Iresine orientalis	Iresine	8
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	15
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	6
20	617476	2114043	*Ageratina astellera*	Ageratina	7
			Loeselia mexicana	Espinosilla	4
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	1

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	30
21	**617766**	2114042	*Ageratina astellera*	Ageratina	1
22	**617864**	2114146	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	2
23	**617759**	**2114170**	*Ageratina astellera*	Ageratina	10
			Amelanchier denticulata	Membrillito	2
			Perymenium discolor	Tepepoca	3
24	**617617**	**2114126**	*Ageratina astellera*	Ageratina	2
			Amelanchier denticulata	Membrillito	3
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	9
			Rhus standleyi	Vara negra	8
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	23
25	**618044**	**2114035**	*Ageratina astellera*	Ageratina	25
			Lamourouxia dasyantha	Campanita	9
			Loeselia mexicana	Espinosilla	19
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	6
26	**617931**	**2113545**	*Ageratina astellera*	Ageratina	8
			Amelanchier denticulata	Membrillito	1
			Iresine orientalis	Iresine	12
			Lamourouxia dasyantha	Campanita	6
			Loeselia mexicana	Espinosilla	3
			Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	5
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	3
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	6
27	**618029**	**2113556**	*Acourtia discolor*	Acourtia	5
			Ageratina astellera	Ageratina	15
			Iresine orientalis	Iresine	6
			Lamourouxia dasyantha	Campanita	31
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	1
			Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	2
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	3
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	8
			Viguiera dentata	Chimalacate	5
28	**618028**	**2113742**	*Ageratina astellera*	Ageratina	18
			Amelanchier denticulata	Membrillito	2
			Loeselia mexicana	Espinosilla	11
			Verbesina hypoglauca	Verbesina	13
29	**616994**	**2114269**	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	14
			Perymenium discolor	Tepepoca	2
			Rhus standleyi	Vara negra	1
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	31
30	**616952**	**2114206**	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	2
			Amelanchier denticulata	Membrillito	5
			Baccharis conferta	Azoyate	1
			Eupatorium pycnocephalum	Hierba del pasmo	1

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	3
			Perymenium discolor	Tepepoca	5
			Rhus standleyi	Vara negra	6
			Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	9
31	616934	2114174	*Baccharis salicifolia*	Jara	3
			Brickellia veronicifolia	Estrellita	4
			Mimosa aculeaticarpa	Espino	2
32	616914	2114310	*Ageratina astellera*	Ageratina	6

Cuadro IV.57. Muestreo del estrato herbáceo.

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
1	617662	2114233	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	5
2	617813	2114418	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	10
3	617862	2114871	*Cynodon dactylon*	Bramilla	5
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	18
4	617203	2114372	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	1
			Helianthemum glomeratum	Gobernadora	5
			Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	7
5	617229	2114269	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	4
6	617604	2114450	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	3
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	12
7	617689	2114550	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	3
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	4
8	617926	2114890	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	2
			Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	4
9	617089	2114086	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	17
10	616325	2114493	*Cynodon dactylon*	Bramilla	1
			Dalea versicolor	Dalea	4
			Daucus montanus	Zanahoria de monte	1
			Ranunculus petiolaris	Pata de león	3
11	616213	2114316	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5
			Helianthemum glomeratum	Gobernadora	6
12	615522	2114199	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5
			Briza subaristata	Linternita	3
			Helianthemum glomeratum	Gobernadora	2
13	615626	2114272	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5
			Helianthemum glomeratum	Gobernadora	5

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
14	615950	2114576	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	5
			Helianthemum glomeratum	Gobernadora	12
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	10
15	615586	2115085	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	20
16	615662	2115115	*Dalea versicolor*	Dalea	2
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	10
17	615833	2115251	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	24
18	616678	2115750	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	6
19	616943	2113233	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	15
20	617212	2113933	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	6
21	617476	2114043	*Dalea versicolor*	Dalea	3
			Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	2
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	10
22	617766	2114042	*Cynodon dactylon*	Bramilla	4
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	2
23	617864	2114146	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	13
24	617759	2114170	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	3
25	617617	2114126	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	3
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	5
26	618044	2114035	*Dalea versicolor*	Dalea	6
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	5
27	617931	2113545	*Cynodon dactylon*	Bramilla	3
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	4
28	618029	2113556	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	3
			Dalea versicolor	Dalea	1
			Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	2
			Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	3
29	618031	2113731	*Dalea versicolor*	Dalea	5
			Helianthemum glomeratum	Gobernadora	4
			Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	3
30	616987	2114257	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	1
31	616995	2114259	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	2
32	616934	2114174	*Cynodon dactylon*	Bramilla	14

Cuadro IV.58. Muestreo del estrato de epífitas y/o cactáceas.

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
1	617662	2114233	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1
2	617813	2114418	*Agave applanata*	Maguey espadilla	3
			Agave nussaviorum	Maguey	1
3	617862	2114871	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1
			Agave nussaviorum	Maguey	7
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	2
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	13
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	3
4	617203	2114372	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	3
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	2
5	617229	2114269	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	11
6	617604	2114450	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	6
7	617689	2114550	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	3
8	617926	2114890	*Agave applanata*	Maguey espadilla	7
			Agave salmiana	Maguey pulquero	10
			Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	5
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	27
			Tillandsia recurvata	Gallito	5
9	617089	2114086	*Agave applanata*	Maguey espadilla	7
			Agave nussaviorum	Maguey	6
			Mammillaria haageana	Caca de burro	4
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	1
10	616325	2114493	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	1
11	616213	2114316	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	5
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	7
12	615522	2114199	*Agave applanata*	Maguey espadilla	2
			Agave salmiana	Maguey pulquero	1
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	2
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	6
13	615626	2114272	*Agave nussaviorum*	Maguey	5
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	9
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	7
14	615965	2114570	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	7
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	4
15	615586	2115085	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	3
			Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	12
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	2
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	3
16	615662	2115115	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	13
			Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	6
			Mammillaria haageana	Caca de burro	26
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	36

NO. SITIO	X	Y	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	8
17	615833	2115251	*Agave potatorum*	Mezcalillo	2
			Agave salmiana	Maguey pulquero	7
			Mammillaria haageana	Caca de burro	67
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	52
			Opuntia streptacantha	Nopal cardón	27
18	616678	2115750	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	3
			Tillandsia violacea	Magueyito	1
19	616943	2113233	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1
			Agave salmiana	Maguey pulquero	1
			Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	1
20	616664	2113774	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1
21	617016	2113042	*Tillandsia violacea*	Magueyito	1
22	617002	2113244	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	19
23	616971	2113187	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	7
24	617166	2114087	*Agave nussaviorum*	Maguey	69
25	617122	2114139	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	4
26	617212	2113933	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	49
			Tillandsia recurvata	Gallito	3
27	617476	2114043	*Agave applanata*	Maguey espadilla	18
			Mammillaria haageana	Caca de burro	9
28	617766	2114042	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	18
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	89
			Tillandsia violacea	Magueyito	2
29	617864	2114146	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	7
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	126
30	617759	2114170	*Agave applanata*	Maguey espadilla	6
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	21
31	617617	2114126	*Agave applanata*	Maguey espadilla	1
			Agave salmiana	Maguey pulquero	15
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	22
			Tillandsia violacea	Magueyito	2
32	618044	2114035	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	19
			Tillandsia macdougallii	Magueyito	3
			Tillandsia violacea	Magueyito	1
33	617931	2113545	*Agave applanata*	Maguey espadilla	4
			Agave salmiana	Maguey pulquero	4
34	618029	2113556	*Agave applanata*	Maguey espadilla	4
			Agave salmiana	Maguey pulquero	1
			Tillandsia recurvata	Gallito	9
35	618028	2113742	*Agave applanata*	Maguey espadilla	18
			Agave salmiana	Maguey pulquero	10
36	616952	2114206	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1
37	616934	2114174	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1

AI

Cuadro IV.59. Especies presentes por sitio de muestreo (1)

Sitio	1	Coordenadas				
		X:	616994			
		Y:	2114269			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Táscate	Adulto	16	14	5
			Renuevo	2		
	Nolina longifolia	Borracho	Renuevo	1	4	
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Adulto	10	8	7
			Renuevo	2		
	Quercus castanea	Capulincillo	Adulto	11	2	2
			Renuevo	8		
	Quercus mexicana	Encino Amarillo	Renuevo	1		
Arbustivo	*Amelanchier denticulata*	Membrillito		14		
	Perymenium discolor	Tepepoca		2		
	Rhus standleyi	Vara negra		1		
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla		31		
Epífitas y/o cactáceas	*No hay epífitas*					
X:	616987		Y:	2114257		
Herbáceo	*Bouteloua scorpioides*	Pasto		1		

Cuadro IV.60. Especies presentes por sitio de muestreo (2)

Sitio	2	Coordenadas				
		X:	616952			
		Y:	2114206			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Adulto	1	4	3.00
	Juniperus deppeana	Táscate	Adulto	8	8	3.63
			Renuevo	31		
	Pinus leiophylla	Pino Chimonque	Adulto	1	9	4.00
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Adulto	35	9	6.27
			Renuevo	5		

Sitio	2	Coordenadas				
		X:	616952			
		Y:	2114206			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
	Quercus castanea	Capulincillo	Adulto	6	4	3.69
			Renuevo	4		
Arbustivo	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel		2		
	Amelanchier denticulata	Membrillito		5		
	Baccharis conferta	Azoyate		1		
	Eupatorium pycnocephalum	Hierba del pasmo		1		
	Mimosa aculeaticarpa	Espino		3		
	Perymenium discolor	Tepepoca		5		
	Rhus standleyi	Vara negra		6		
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla		9		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero		1		
X:	616995		**Y:**	2114259		
Herbáceo	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra		2		

Cuadro IV.61. Especies presentes por sitio de muestreo (3)

Sitio	3	Coordenadas				
		X:	616934			
		Y:	2114174			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbóreo	*Juniperus deppeana*	Táscate	Adulto	6	18	6.17
			Renuevo	20		
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Adulto	3	22	10.67
			Renuevo	3		
	Quercus mexicana	Encino Amarillo	Renuevo	7	2	
Arbustivo	*Baccharis salicifolia*	Jara		3		
	Brickellia veronicifolia	Estrellita		4		
	Mimosa aculeaticarpa	Espino		2		
Epífitas y/o cactáceas	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero		1		

Sitio	3	Coordenadas				
		X:	616934			
		Y:	2114174			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
X:	616952		**Y:**	2114206		
Herbáceo	*Bouteloua scorpioides*	Pasto		1		
	Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra		8		

Cuadro IV.62. Especies presentes por sitio de muestreo (4).

Sitio	4	Coordenadas				
		X:	616948			
		Y:	2114246			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Arbustivo	*Ageratina astellera*	Ageratina		4		
X:	616934		**Y:**	2114174		
Herbáceo	*Cynodon dactylon*	Bramilla		14		

AP

Cuadro IV.63. Especies presentes por sitio de muestreo (1)

Sitio	1	Coordenadas				
		X:	616886			
		Y:	2114224			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Árboreo	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Adulto	14	2	3
	Juniperus deppeana	Táscate	Adulto	4	9	5
			Renuevo	39		
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Renuevo	1	2	
Arbustivo	*Amelanchier denticulata*	Membrillito		2		
	Baccharis conferta	Azoyate		1		
	Baccharis salicifolia	Jara		8		
	Mimosa aculeaticarpa	Espino		32	4	3
	Perymenium discolor	Tepepoca		1		

Sitio	1	Coordenadas				
		X:	616886			
		Y:	2114224			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla		3		
Herbáceo	*Cynodon dactylon*	Bramilla		7		
	Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra		1		

Cuadro IV.64. Especies presentes por sitio de muestreo (2)

Sitio	2	Coordenadas				
		X:	616895			
		Y:	2114281			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Árboreo	*Juniperus deppeana*	Táscate	Adulto	16	25.6	5.8
			Renuevo	17		
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Adulto	11	11.0	5.9
	Quercus castanea	Capulincillo	Adulto	1	5.0	3.0
			Renuevo	2		
Arbustivo	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel		1		
	Amelanchier denticulata	Membrillito		4		
	Brickellia veronicifolia	Estrellita		1		
	Rhus standleyi	Vara negra		40	2.0	1.8
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla		3		
Herbáceo	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra		8		

Cuadro IV.65. Especies presentes por sitio de muestreo (3)

Sitio	3	Coordenadas				
		X:	616914			
		Y:	2114310			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
Árboreo	*Juniperus deppeana*	Táscate	Adulto	9	10.5	2.6
			Renuevo	13		
	Nolina longifolia	Borracho	Renuevo	2	3.0	
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Adulto	76	6.7	3.7
			Renuevo	1		

Sitio	3	Coordenadas				
		X:	616914			
		Y:	2114310			
		Tipo de vegetación:	BOSQUE DE ENCINO-PINO			
Estrato	**Especie**	**Nombre común**	**Forma**	**Número de individuos**	**DN promedio**	**ALT promedio**
	Quercus castanea	Capulincillo	Adulto	3	7.3	2.9
			Renuevo	20	1.0	2.0
Arbustivo	*Ageratina astellera*	Ageratina		6		
	Amelanchier denticulata	Membrillito		1		
	Eupatorium pycnocephalum	Hierba del pasmo		1		
	Rhus standleyi	Vara negra		1		
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla		1		
Herbáceo	*Bouteloua scorpioides*	Pasto		1		
	Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra		8		

Nota: Se anexa la memoria de cálculo con las especies por sitio de muestreo de las unidades de análisis (ANEXO IV.E. SP POR SITIO DE MUESTREO_UA).

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. De manera complementaria se consultó el estatus de las especies dentro del Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, resultando que, las especies de la Familia Cactaceae se encuentra en el apéndice II del CITES.

SA

Cuadro IV.66. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del SA

Estrato	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES
Arbóreo	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	S/C	S/C
	Arbutus xalapensis	Madroño	S/C	S/C
	Buddleja cordata	Tepozan	S/C	S/C
	Ceanothus caeruleus	Chaquira	S/C	S/C
	Crataegus mexicana	Tejocote	S/C	S/C
	Dodonaea viscosa	Venado	S/C	S/C
	Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto rojo	S/C	S/C
	Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	S/C	S/C
	Forestiera phillyreoides	Garrapatillo	S/C	S/C
	Juniperus deppeana	Táscate	S/C	S/C
	Nolina longifolia	Borracho	S/C	S/C
	Pinus leiophylla	Ocote chino	S/C	S/C
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	S/C	S/C
	Prunus serotina	Capulín	S/C	S/C

Estrato	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES
	Quercus acutifolia	Aguatle	S/C	S/C
	Quercus castanea	Capulincillo	S/C	S/C
	Quercus crassipes	Encino	S/C	S/C
	Quercus dysophylla	Encino laurelillo	S/C	S/C
	Quercus glaucoides	Encino prieto	S/C	S/C
	Quercus greggii	Tesmole	S/C	S/C
	Quercus mexicana	Encino Amarillo	S/C	S/C
	Quercus microphylla	Encino enano	S/C	S/C
	Quercus deserticola	Encino colorado	S/C	S/C
	Quercus glabrescens	Encino	S/C	S/C
Arbustivo	*Acourtia discolor*	Acourtia	S/C	S/C
	Ageratina astellera	Ageratina	S/C	S/C
	Ageratina petiolaris	Hierba de ángel	S/C	S/C
	Amelanchier denticulata	Membrillito	S/C	S/C
	Asclepias linaria	Romero de monte	S/C	S/C
	Baccharis conferta	Azoyate	S/C	S/C
	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	S/C	S/C
	Baccharis salicifolia	Jara	S/C	S/C
	Brickellia veronicifolia	Estrellita	S/C	S/C
	Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	S/C	S/C
	Eupatorium pycnocephalum	Hierba del pasmo	S/C	S/C
	Iresine orientalis	Iresine	S/C	S/C
	Lamourouxia dasyantha	Campanita	S/C	S/C
	Loeselia mexicana	Espinosilla	S/C	S/C
	Mimosa aculeaticarpa	Espino	S/C	S/C
	Perymenium discolor	Tepepoca	S/C	S/C
	Rhus standleyi	Vara negra	S/C	S/C
	Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	S/C	S/C
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	S/C	S/C
	Verbesina hypoglauca	Verbesina	S/C	S/C
	Viguiera dentata	Chimalacate	S/C	S/C
Epífitas y/o cactáceas	*Agave applanata*	Maguey espadilla	S/C	S/C
	Agave nussaviorum	Maguey	S/C	S/C
	Agave potatorum	Mezcalillo	S/C	S/C
	Agave salmiana	Maguey pulquero	S/C	S/C
	Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	S/C	II
	Mammillaria haageana	Caca de burro	S/C	II
	Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	S/C	II
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	S/C	II
	Tillandsia macdougallii	Magueyito	S/C	S/C
	Tillandsia recurvata	Gallito	S/C	S/C
	Tillandsia violacea	Magueyito	S/C	S/C
Herbáceo	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C	S/C
	Bouteloua scorpioides	Pasto	S/C	S/C
	Briza subaristata	Linternita	S/C	S/C

Estrato	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES
	Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	S/C	S/C
	Cynodon dactylon	Bramilla	S/C	S/C
	Dalea versicolor	Dalea	S/C	S/C
	Daucus montanus	Zanahoria de monte	S/C	S/C
	Helianthemum glomeratum	Gobernadora	S/C	S/C
	Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	S/C	S/C
	Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	S/C	S/C
	Ranunculus petiolaris	Pata de león	S/C	S/C

AI

Cuadro IV.67. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AI.

Estrato	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C	S/C
	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C	S/C
	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C	S/C
	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	S/C	S/C
	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C	S/C
	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	S/C	S/C
	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C	S/C
	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C	S/C
	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C	S/C
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	S/C	S/C
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	S/C	S/C
	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C	S/C
	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	S/C	S/C
	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C	S/C
	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C	S/C
	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C	S/C
	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C	S/C
Epífitas y/o cactáceas	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero	S/C	S/C
Herbáceo	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	S/C	S/C
	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C	S/C
	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	S/C	S/C

AP

Cuadro IV.68. Listado de flora en cuanto a NOM-059 y CITES del AP.

Estrato	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Arbóreo	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	S/C	S/C
	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C	S/C
	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C	S/C
	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	S/C	S/C
	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	S/C	S/C
Arbustivo	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C	S/C
	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C	S/C
	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	S/C	S/C
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	S/C	S/C
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	S/C	S/C
	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C	S/C
	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	S/C	S/C
	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	S/C	S/C
	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	S/C	S/C
	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	S/C	S/C
	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C	S/C
Herbáceo	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	S/C	S/C
	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C	S/C
	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	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.69. Distribución de las especies presentes en el SA.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución
Arbóreo	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	Sin información
	Arbutus xalapensis	Madroño	Nativa
	Buddleja cordata	Tepozan	Nativa
	Ceanothus caeruleus	Chaquira	Endémica
	Crataegus mexicana	Tejocote	Nativa
	Dodonaea viscosa	Venado	Nativa
	Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto rojo	Exótica
	Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	Nativa
	Forestiera phillyreoides	Garrapatillo	Nativa
	Juniperus deppeana	Táscate	Nativa
	Nolina longifolia	Borracho	Nativa
	Pinus leiophylla	Ocote chino	Endémica
	Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	Nativa

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución
	Prunus serotina	Capulín	Nativa
	Quercus acutifolia	Aguatle	Endémica
	Quercus castanea	Capulincillo	Nativa
	Quercus crassipes	Encino	Endémica
	Quercus dysophylla	Encino laurelillo	Nativa
	Quercus glaucoides	Encino prieto	Endémica
	Quercus greggii	Tesmole	Nativa
	Quercus mexicana	Encino Amarillo	Nativa
	Quercus microphylla	Encino enano	Nativa
	Quercus deserticola	Encino colorado	Endémica
	Quercus glabrescens	Encino	Endémica
Arbustivo	*Acourtia discolor*	Acourtia	Nativa
	Ageratina astellera	Ageratina	Nativa
	Ageratina petiolaris	Hierba de ángel	Nativa
	Amelanchier denticulata	Membrillito	Nativa
	Asclepias linaria	Romero de monte	Nativa
	Baccharis conferta	Azoyate	Nativa
	Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	Nativa
	Baccharis salicifolia	Jara	Nativa
	Brickellia veronicifolia	Estrellita	Nativa
	Comarostaphylis polifolia	Manzanillo	Nativa
	Eupatorium pycnocephalum	Hierba del pasmo	Nativo
	Iresine orientalis	Iresine	Nativa
	Lamourouxia dasyantha	Campanita	Endémica
	Loeselia mexicana	Espinosilla	Nativa
	Mimosa aculeaticarpa	Espino	Nativa
	Perymenium discolor	Tepepoca	Endémica
	Rhus standleyi	Vara negra	Nativa
	Salvia tiliifolia	Chía cimarrona	Nativa
	Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	Nativa
	Verbesina hypoglauca	Verbesina	Nativa
	Viguiera dentata	Chimalacate	Nativa
Epífitas y/o cactáceas	*Agave applanata*	Maguey espadilla	Endémica
	Agave nussaviorum	Maguey	Endémica
	Agave potatorum	Mezcalillo	Endémica
	Agave salmiana	Maguey pulquero	Endémica
	Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	Endémica
	Mammillaria haageana	Caca de burro	Endémica
	Opuntia huajuapensis	Nopal de coyote	Endémica
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	Endémica
	Tillandsia macdougallii	Magueyito	Endémica
	Tillandsia recurvata	Gallito	Nativa
	Tillandsia violacea	Magueyito	Endémica
Herbáceo	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	Exótica
	Bouteloua scorpioides	Pasto	Nativa.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución
	Briza subaristata	Linternita	Nativa
	Castilleja tenuiflora	Hierba de cáncer	Nativa
	Cynodon dactylon	Bramilla	Exótica
	Dalea versicolor	Dalea	Nativa
	Daucus montanus	Zanahoria de monte	Nativa
	Helianthemum glomeratum	Gobernadora	Nativa
	Muhlenbergia distichophylla	Liendrilla cola de zorra	Endémica
	Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	Sin información
	Ranunculus petiolaris	Pata de león	Nativa

AI

Cuadro IV.70. Distribución de las especies presentes en el AI

Estrato	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Distribución
Arbóreo	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	Endémica
	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	Nativa
	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	Nativa
	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	Nativa
	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	Nativa
	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	Nativa
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	Nativa
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	Nativa
	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	Nativa
	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	Nativo
	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Nativa
	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	Endémica
	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	Nativa
	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	Nativa
Epífitas y/o cactáceas	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero	Endémica
Herbáceo	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	Nativa
	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	Exótica
	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	Endémica

AP

Cuadro IV.71. Distribución de las especies presentes en el AP

Estrato	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Distribución
Árboreo	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Nativa
	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	Nativa
	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	Nativa
Arbustivo	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	Nativa
	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	Nativa
	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	Nativa
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	Nativa
	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	Nativa
	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	Nativa
	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	Nativo
	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Nativa
	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	Endémica
	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	Nativa
	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	Nativa
Herbáceo	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	Nativa.
	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	Exótica
	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	Endémica

1. Caracterización de la vegetación

Estado de conservación

SA

El SA se ubica en una zona que tiene cambios constantes, está sujeta a muchas presiones antropogénicas y naturales. Por las observaciones en campo, así como los resultados del análisis de la vegetación, se concluye, que el área presenta un estado de conservación medio a moderado, ya que su riqueza y el estado de su vegetación así lo demuestra.

Imagen IV.8. 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 proceso de degradación y con un estado de conservación bajo a medio, ya que cuenta con muchos factores de afectación y perturbación tanto naturales, como antropogénicos.

Imagen IV.9. 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 proceso de degradación y con un estado de conservación bajo a medio, ya que cuenta con muchos factores de afectación y perturbación.

Imagen IV.10. 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 el siguiente cuadro se muestran la riqueza específica presente en las unidades de análisis.

SA

Cuadro IV.72. Riqueza específica de flora en el área del AP.

RIQUEZA ESPECÍFICA BEP				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
SA	Arbóreo	12	14	24
	Arbustivo	11	18	21
	Herbáceo	6	11	11
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	11
TOTAL				**67**

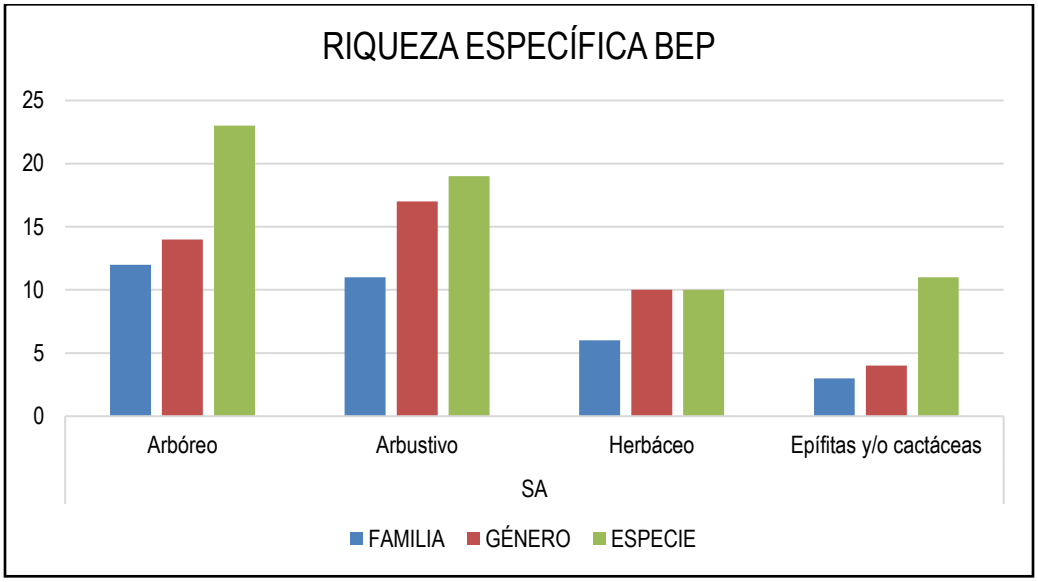


Figura IV.52. Riqueza especifica por estrato

AI

Cuadro IV.73. Riqueza específica de flora en el área del AI

RIQUEZA ESPECÍFICA BEP				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
AI	Arbóreo	5	5	7
	Arbustivo	5	9	11
	Herbáceo	1	3	3
	Epífitas y/o cactáceas	1	1	1
TOTAL				**22**

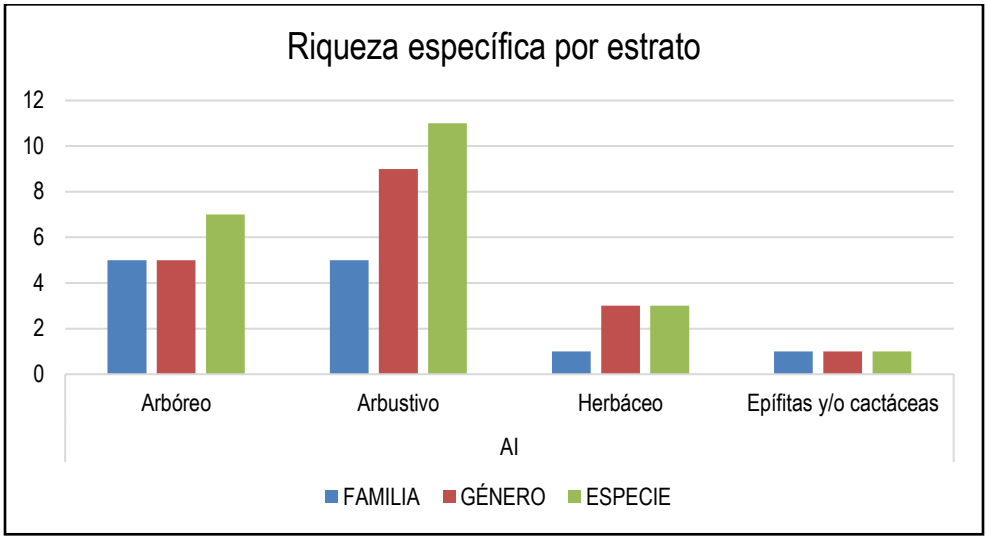


Figura IV.53. Riqueza especifica por estrato

AP

Cuadro IV.74. Riqueza específica de flora en el área del AP.

RIQUEZA ESPECÍFICA BEP				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
AP	Arbóreo	5	5	5
	Arbustivo	5	9	11
	Herbáceo	1	3	3

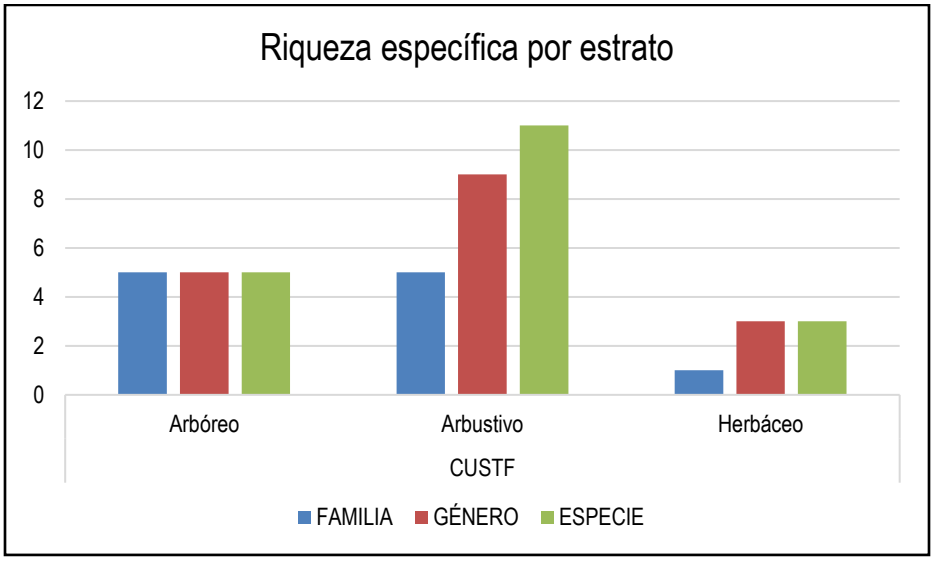


Figura IV.54. Riqueza especifica por estrato.

El estrato con mayor riqueza específica es el estrato arbóreo con un total de 5 especies, seguido por el estrato arbustivo con 11 especies, mientras que el más bajo es el estrato herbáceo con solo una especie. En general el proyecto presenta una diversidad baja, y se encuentra en un grado poco óptimo de conservación.

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

SA

Cuadro IV.75. Individuos por hectárea y totales en el SA

SUP. (HA)	ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
Estrato arbóreo.							
37.5	1	Fabaceae	Acacia	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	3.2	122
	2	Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	10.8	407
	3	Buddlejaceae	Buddleja	*Buddleja cordata*	Tepozan	3	111
	4	Rhamnaceae	Ceanothus	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	7.3	274
	5	Rosaceae	Crataegus	*Crataegus mexicana*	Tejocote	7.3	274
	6	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*	Venado	0.8	30
	7	Myrtaceae	Eucalyptus	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	0.3	10
	8	Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	5.4	203
	9	Oleaceae	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	0.3	10
	10	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	274.6	10,297
	11	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	32	1,202
	12	Pinaceae	Pinus	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	5.3	198
	13	Pinaceae	Pinus	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	188.3	7,060
	14	Rosaceae	Prunus	*Prunus serotina*	Capulín	1.4	51
	15	Fagaceae	Quercus	*Quercus acutifolia*	Aguatle	36.8	1,378
	16	Fagaceae	Quercus	*Quercus castanea*	Capulincillo	127.4	4,777
	17	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassipes*	Encino	1.6	61
	18	Fagaceae	Quercus	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	70.5	2,645
	19	Fagaceae	Quercus	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	3.5	132
	20	Fagaceae	Quercus	*Quercus greggii*	Tesmole	0.3	10
	21	Fagaceae	Quercus	*Quercus microphylla*	Encino enano	231.6	8,686
	22	Fagaceae	Quercus	*Quercus deserticola*	Encino colorado	46.5	1,743
	23	Fagaceae	Quercus	*Quercus glabrescens*	Encino	155.4	5,828
	24	Fagaceae	Quercus	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	5.7	214
Total						**1,219**	**45,722**
Estrato arbustivo							
37.5	1	*Asteraceae*	*Acourtia*	*Acourtia discolor*	Acourtia	50	1,875
	2	*Asteraceae*	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	728	27,305
	3	*Asteraceae*	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	71	2,675
	4	*Rosaceae*	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	215	8,056
	5	*Asclepiadaceae*	*Asclepias*	*Asclepias linaria*	Romero de monte	13	469
	6	*Asteraceae*	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	56	2,099
	7	*Asteraceae*	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	78	2,930

SUP. (HA)	ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	8	*Asteraceae*	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	3	107
	9	*Asteraceae*	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	25	927
	10	*Ericaceae*	*Comarostaphylis*	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	131	4,922
	11	*Asteraceae*	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	3	107
	12	*Amaranthaceae*	*Iresine*	*Iresine orientalis*	Iresine	100	3,750
	13	*Scrophulariaceae*	*Lamourouxia*	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	209	7,852
	14	*Polemoniaceae*	*Loeselia*	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	156	5,859
	15	*Mimosaceae*	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	52	1,939
	16	*Asteraceae*	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	121	4,540
	17	*Anacardiaceae*	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	36	1,353
	18	*Lamiaceae*	*Salvia*	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	47	1,758
	19	*Caprifoliaceae*	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	127	4,775
	20	*Asteraceae*	*Verbesina*	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	466	17,461
	21	*Asteraceae*	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	Chimalacate	81	3,047
Total						**2,768**	**103,805**
Estrato herbáceo							
37.5	1	Poaceae	Aristida	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	13,438	503,906
	2	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	3	107
	3	Poaceae	Briza	*Briza subaristata*	Linternita	938	35,156
	4	Orobanchaceae	Castilleja	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	938	35,156
	5	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	4,065	152,451
	6	Fabaceae	Dalea	*Dalea versicolor*	Dalea	6,563	246,094
	7	Apiaceae	Daucus	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	313	11,719
	8	Cistaceae	Helianthemum	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	11,563	433,594
	9	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	19,378	726,670
	10	Poaceae	Piptochaetium	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	46,250	1,734,375
	11	Ranunculaceae	Ranunculus	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	938	35,156
Total						**104,384**	**3,914,384**
Estrato epífitas y/o cactáceas							
37.5	1	Agavaceae	Agave	*Agave applanata*	Maguey espadilla	20	740
	2	Agavaceae	Agave	*Agave nussaviorum*	Maguey	24	892
	3	Agavaceae	Agave	*Agave potatorum*	Mezcalillo	1	20
	4	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	44	1,653
	5	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	6	233
	6	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	29	1,074
	7	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	37	1,389

SUP. (HA)	ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
	8	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	21	770
	9	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	94	3,517
	10	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallito	5	172
	11	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia violacea*	Magueyito	2	71
Total						**281**	**10,532**

AI

Cuadro IV.76. Individuos por hectárea y totales en el AI.

SUP.	ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO							
4.8031	1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	22	107
	2	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	922	4,430
	3	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	11	53
	4	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	11	53
	5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	644	3,095
	6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	344	1,654
	7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	89	427
Total						**2,044**	**9,820**
ESTRATO ARBUSTIVO							
4.8031	1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	150	720
	2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	22	107
	3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	475	2,281
	4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	11	53
	5	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	75	360
	6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	100	480
	7	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	11	53
	8	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	111	534
	9	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	147	707
	10	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	175	841
	11	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	1,000	4,803
Total						**2,278**	**10,940**
ESTRATO HERBÁCEO							
4.8031	1	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	2,500	12,008
	2	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	35,000	168,109
	3	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	5,000	24,016
Total						**42,500**	**204,132**
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							

SUP.	ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
4.8031	1	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero	3,333	16,010
Total						**3,333**	**16,010**

AP

Cuadro IV.77. Individuos por hectárea y totales en el AP

SUP.	ID	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	N° INDIVIDUOS TOTAL
ESTRATO ARBÓREO							
0.9135	1	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	156	142
	2	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	1,089	995
	3	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	22	20
	4	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	989	903
	5	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	289	264
Total						**2,544**	**2,324**
ESTRATO ARBUSTIVO							
0.9135	1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	200	183
	2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	33	30
	3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	233	213
	4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	33	30
	5	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	267	244
	6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	33	30
	7	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	33	30
	8	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	356	325
	9	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	33	30
	10	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	456	416
	11	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	233	213
Total						**1,911**	**1,746**
ESTRATO HERBÁCEO							
0.9135	1	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	3,333	3,045
	2	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	23,333	21,315
	3	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	56,667	51,765
Total						**83,333**	**76,125**

Nota: Se anexa la memoria de cálculo con los individuos por Ha y Totales de las unidades de análisis (ANEXO IV.F. IND. POR HA. Y TOT._UA).

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.78. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson arbóreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Fabaceae	Acacia	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	122	0.0037	0
2	Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	193	0.0059	0
3	Buddlejaceae	Buddleja	*Buddleja cordata*	Tepozan	111	0.0034	0
4	Rhamnaceae	Ceanothus	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	274	0.0084	0.0001
5	Rosaceae	Crataegus	*Crataegus mexicana*	Tejocote	274	0.0084	0.0001
6	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*	Venado	30	0.0009	0
7	Myrtaceae	Eucalyptus	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	10	0.0003	0
8	Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	541	0.0168	0.0003
9	Oleaceae	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	10	0.0003	0
10	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	5581	0.1731	0.03
11	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	1095	0.0339	0.0012
12	Pinaceae	Pinus	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	125	0.0039	0
13	Pinaceae	Pinus	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1392	0.0432	0.0019
14	Rosaceae	Prunus	*Prunus serotina*	Capulín	118	0.0037	0
15	Fagaceae	Quercus	*Quercus acutifolia*	Aguatle	1378	0.0427	0.0018
16	Fagaceae	Quercus	*Quercus castanea*	Capulincillo	1889	0.0586	0.0034
17	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassipes*	Encino	61	0.0019	0
18	Fagaceae	Quercus	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	2645	0.082	0.0067
19	Fagaceae	Quercus	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	132	0.0041	0
20	Fagaceae	Quercus	*Quercus greggii*	Tesmole	10	0.0003	0
21	Fagaceae	Quercus	*Quercus microphylla*	Encino enano	8686	0.2694	0.0726
22	Fagaceae	Quercus	*Quercus deserticola*	Encino colorado	1743	0.0537	0.0029
23	Fagaceae	Quercus	*Quercus glabrescens*	Encino	5828	0.1795	0.0322
24	Fagaceae	Quercus	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	214	0.0066	0
24	**Total**				**32,461**	**1**	**0.1532**
I. Simpson λ							**0.8468**
Dominancia							**0.1532**

Los resultados para el estrato arbóreo muestran que, para el índice de diversidad de Simpson, la diversidad es alta con un valor de 0.8468 y 24 especies, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.1532) por lo que se puede observar que existen una cantidad considerable de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.79. Cálculo del Índice de diversidad Simpson arbustivo.

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	Acourtia	*Acourtia discolor*	Acourtia	1,935	0.0169	0.0003
2	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina astellera*	Ageratina	28,548	0.2493	0.0622
3	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	2,903	0.0254	0.0006
4	Rosaceae	Amelanchier	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	8,347	0.0729	0.0053
5	Asclepiadaceae	Asclepias	*Asclepias linaria*	Romero de monte	484	0.0042	0
6	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis conferta*	Azoyate	2,540	0.0222	0.0005
7	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	3,024	0.0264	0.0007
8	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Jara	484	0.0042	0
9	Asteraceae	Brickellia	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	1,331	0.0116	0.0001
10	Ericaceae	Comarostaphylis	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	5,081	0.0444	0.002
11	Asteraceae	Eupatorium	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	484	0.0042	0
12	Amaranthaceae	Iresine	*Iresine orientalis*	Iresine	3,871	0.0338	0.0011
13	Scrophulariaceae	Lamourouxia	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	8,105	0.0708	0.005
14	Polemoniaceae	Loeselia	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	6,048	0.0528	0.0028
15	Mimosaceae	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,030	0.0439	0.0019
16	Asteraceae	Perymenium	*Perymenium discolor*	Tepepoca	4,839	0.0423	0.0018
17	Anacardiaceae	Rhus	*Rhus standleyi*	Vara negra	1,818	0.0159	0.0003
18	Lamiaceae	Salvia	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	1,815	0.0158	0.0003
19	Caprifoliaceae	Symphoricarpus	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	6,653	0.0581	0.0034
20	Asteraceae	Verbesina	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	18,024	0.1574	0.0248
21	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	3,145	0.0275	0.0008
21	**Total**				**114,509**	**1**	**0.1138**
I. Simpson λ							**0.8862**
Dominancia							**0.1138**

Los resultados para el estrato arbustivo al igual que arbóreo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es alta con un valor de 0.8862, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.1138) por lo que se puede observar que existen una cantidad considerable de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.80. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson herbáceo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Poaceae	Aristida	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	503,906	0.1178	0.0139
2	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	23,438	0.0055	0
3	Poaceae	Briza	*Briza subaristata*	Linternita	35,156	0.0082	0.0001
4	Orobanchaceae	Castilleja	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	35,156	0.0082	0.0001

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
5	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	339,844	0.0795	0.0063
6	Fabaceae	Dalea	*Dalea versicolor*	Dalea	246,094	0.0575	0.0033
7	Apiaceae	Daucus	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	11,719	0.0027	0
8	Cistaceae	Helianthemum	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	433,594	0.1014	0.0103
9	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	878,906	0.2055	0.0422
10	Poaceae	Piptochaetium	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,734,375	0.4055	0.1644
11	Ranunculaceae	Ranunculus	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	35,156	0.0082	0.0001
11	**Total**				**4,277,344**	**1**	**0.2407**
I. Simpson λ							**0.7593**
Dominancia							**0.2407**

Los resultados para el estrato herbáceo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es media con un valor de 0.7593, por lo que es básicamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.2407) por lo que se puede observar que existen una cantidad de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.81. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson epífitas y/o cactáceas

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	Agavaceae	Agave	*Agave applanata*	Maguey espadilla	782	0.0717	0.0051
2	Agavaceae	Agave	*Agave nussaviorum*	Maguey	943	0.0864	0.0075
3	Agavaceae	Agave	*Agave potatorum*	Mezcalillo	21	0.002	0
4	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1,521	0.1395	0.0195
5	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	246	0.0226	0.0005
6	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	1,136	0.1041	0.0108
7	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	1,468	0.1346	0.0181
8	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	814	0.0747	0.0056
9	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3,718	0.3409	0.1162
10	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallito	182	0.0167	0.0003
11	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia violacea*	Magueyito	75	0.0069	0
11	**Total**				**10,907**	**1**	**0.1836**
I. Simpson λ							**0.8164**
Dominancia							**0.1836**

Los resultados para este estrato, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es alta con un valor de 0.8164, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor

indica una dominancia alta (0.1836) por lo que se puede observar que existen menos especies y que hay una especie que domina las áreas dentro de los sitios de muestreo.

AI

Cuadro IV.82. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbóreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	107	0.0109	0.0001
2	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	4,430	0.4511	0.2035
3	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	53	0.0054	0.0000
4	Pinaceae	Pinus	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	53	0.0054	0.0000
5	Pinaceae	Pinus	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	3,095	0.3152	0.0994
6	Fagaceae	Quercus	*Quercus castanea*	Capulincillo	1,654	0.1685	0.0284
7	Fagaceae	Quercus	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	427	0.0435	0.0019
7	**Total**				**9,820**	**1**	**0**
I. Simpson λ							**0.6667**
Dominancia							**0.3333**

En el estrato arbóreo se muestran resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.6667 lo que nos indica una diversidad media y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.3333, por lo tanto, la probabilidad de encontrar dos individuos de una misma especie es baja.

Cuadro IV.83. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbustivo

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	Ageratina	*Ageratina astellera*	Ageratina	720	0.0659	0.0043
2	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	107	0.0098	0.0001
3	Rosaceae	Amelanchier	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	2,281	0.2085	0.0435
4	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis conferta*	Azoyate	53	0.0049	0.0000
5	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Jara	360	0.0329	0.0011
6	Asteraceae	Brickellia	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	480	0.0439	0.0019
7	Asteraceae	Eupatorium	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	53	0.0049	0.0000
8	Mimosaceae	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	534	0.0488	0.0024
9	Asteraceae	Perymenium	*Perymenium discolor*	Tepepoca	707	0.0646	0.0042
10	Anacardiaceae	Rhus	*Rhus standleyi*	Vara negra	841	0.0768	0.0059
11	Caprifoliaceae	Symphoricarpus	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	4,803	0.4390	0.1927
11	**Total**				**10,940**	**1**	**0.2562**
I. Simpson λ							**0.7438**
Dominancia							**0.2562**

Los resultados para el estrato arbustivo al igual que arbóreo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es alta con un valor de 0.7438, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.2562) por lo que se puede observar que existen una cantidad considerable de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.84. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato herbáceo

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	12,008	0.0588	0.0035
2	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	168,109	0.8235	0.6782
3	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	24,016	0.1176	0.0138
3	**Total**				**204,132**	**1**	**0.6955**
I. Simpson λ							**0.3045**
Dominancia							**0.6955**

Los resultados para el estrato herbáceo, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es baja con un valor de 0.3045, por lo que es básicamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia media-alta (0.6955) por lo que se puede observar que existen una cantidad de especies y que por ende son pocas las especies que dominen las áreas dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.85. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson epífitas y/o cactáceas.

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	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey Pulquero	16,010	1.0000	1.0000
1	**Total**				**16,010**	**1**	**1.0000**
I. Simpson λ							**0.0000**
Dominancia							**1.0000**

Los resultados para este estrato, muestran que para el índice de diversidad de Simpson; la diversidad es nula con un valor de 0.000, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia alta (1) ya que solo hay una especie de este estrato, que se encontró en el muestreo.

AP

Cuadro IV.86. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbóreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	142	0.0611	0.0037

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
2	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	995	0.4279	0.1831
3	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	20	0.0087	0.0001
4	Pinaceae	Pinus	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	903	0.3886	0.1510
5	Fagaceae	Quercus	*Quercus castanea*	Capulincillo	264	0.1135	0.0129
5	**Total**				**2,324**	**1**	**0.3509**
I. Simpson λ							**0.6491**
Dominancia							**0.3509**

En el estrato arbóreo se muestran resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.6491 lo que nos indica una diversidad media y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.3509, por lo tanto, la probabilidad de encontrar dos individuos de una misma especie es baja.

Cuadro IV.87. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato arbustivo

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	Ageratina	*Ageratina astellera*	Ageratina	183	0.1047	0.0110
2	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	30	0.0174	0.0003
3	Rosaceae	Amelanchier	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	213	0.1221	0.0149
4	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis conferta*	Azoyate	30	0.0174	0.0003
5	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Jara	244	0.1395	0.0195
6	Asteraceae	Brickellia	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	30	0.0174	0.0003
7	Asteraceae	Eupatorium	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	30	0.0174	0.0003
8	Mimosaceae	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	325	0.1860	0.0346
9	Asteraceae	Perymenium	*Perymenium discolor*	Tepepoca	30	0.0174	0.0003
10	Anacardiaceae	Rhus	*Rhus standleyi*	Vara negra	416	0.2384	0.0568
11	Caprifoliaceae	Symphoricarpus	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	213	0.1221	0.0149
11	**Total**				**1,746**	**1**	**0.1532**
I. Simpson λ							**0.8468**
Dominancia							**0.1532**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.8468 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1532, lo que indica que una dominancia baja, debido a que no se encontraron especies similares en los sitios de muestreo.

Cuadro IV.88. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson estrato herbáceo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**$p(i)^2$**
1	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	3,045	0.0400	0.0016
2	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	21,315	0.2800	0.0784
3	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	51,765	0.6800	0.4624
3	**Total**				**76,125**	**1**	**0.5424**
I. Simpson λ							**0.4576**
Dominancia							**0.5424**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.4576 lo que indica una diversidad media, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.5424, lo que indica que un valor medio, debido a que se encontraron especies similares en los sitios de muestreo.

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 AP.

SA

En el estrato arbóreo de este tipo de vegetación se presenta una diversidad media con un estado moderado de conservación de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor de **2.2169** y una H. máx.= **3.1781** representadas por una riqueza de 24 especies.

Para el estrato arbustivo se registró una riqueza de 21 especies, de acuerdo con el índice de Shannon se obtuvo un valor de **2.5539** y una H. máx.= **3.0445**, dándonos como resultado una diversidad media con un buen estado moderado de conservación.

Para el estrato herbáceo tiene una riqueza de 11 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon tiene una diversidad baja con un estado pobre con perturbación **1.7037** y una H. máx.= **2.3979.**

Por último, para el estrato epífitas y cactáceas que tiene una riqueza de 11 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon tiene una diversidad baja con **1.9419** una H. máx.= **2.3979.**

Cuadro IV.89. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener arbóreo.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Fabaceae	Acacia	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	122	0.0037	-5.5869	-0.0209
2	Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	193	0.0059	-5.1273	-0.0304
3	Buddlejaceae	Buddleja	*Buddleja cordata*	Tepozan	111	0.0034	-5.6739	-0.0195
4	Rhamnaceae	Ceanothus	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	274	0.0084	-4.7759	-0.0403
5	Rosaceae	Crataegus	*Crataegus mexicana*	Tejocote	274	0.0084	-4.7759	-0.0403
6	Sapindaceae	Dodonaea	*Dodonaea viscosa*	Venado	30	0.0009	-6.9732	-0.0065
7	Myrtaceae	Eucalyptus	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	10	0.0003	-8.0718	-0.0025
8	Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	541	0.0167	-4.0952	-0.0682
9	Oleaceae	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	10	0.0003	-8.0718	-0.0025
10	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	5581	0.1719	-1.7607	-0.3027
11	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	1095	0.0337	-3.3897	-0.1143
12	Pinaceae	Pinus	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	125	0.0039	-5.5595	-0.0214
13	Pinaceae	Pinus	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1392	0.0429	-3.1494	-0.1350
14	Rosaceae	Prunus	*Prunus serotina*	Capulín	118	0.0036	-5.6150	-0.0205
15	Fagaceae	Quercus	*Quercus acutifolia*	Aguatle	1378	0.0425	-3.1591	-0.1341
16	Fagaceae	Quercus	*Quercus castanea*	Capulincillo	1889	0.0582	-2.8442	-0.1655
17	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassipes*	Encino	61	0.0019	-6.2800	-0.0118
18	Fagaceae	Quercus	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	2645	0.0815	-2.5073	-0.2043
19	Fagaceae	Quercus	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	132	0.0041	-5.5068	-0.0224

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
20	Fagaceae	Quercus	*Quercus greggii*	Tesmole	10	0.0003	-8.0718	-0.0025
21	Fagaceae	Quercus	*Quercus microphylla*	Encino enano	8686	0.2676	-1.3183	-0.3528
22	Fagaceae	Quercus	*Quercus deserticola*	Encino colorado	1743	0.0537	-2.9243	-0.1570
23	Fagaceae	Quercus	*Quercus glabrescens*	Encino	5828	0.1795	-1.7174	-0.3083
24	Fagaceae	Quercus	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	214	0.0066	-5.0205	-0.0331
24	**Total**				**32,461**	**1**	-	**-2.2169**
							I. Shannon H	**2.2169**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**3.1781**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.6976**

Cuadro IV.90. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener arbustivo.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Asteraceae	Acourtia	*Acourtia discolor*	Acourtia	1,935	0.0169	-4.0803	-0.0690
2	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina astellera*	Ageratina	28,548	0.2493	-1.3891	-0.3463
3	Asteraceae	Ageratina	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	2,903	0.0254	-3.6748	-0.0932
4	Rosaceae	Amelanchier	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	8,347	0.0729	-2.6188	-0.1909
5	Asclepiadaceae	Asclepias	*Asclepias linaria*	Romero de monte	484	0.0042	-5.4666	-0.0231
6	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis conferta*	Azoyate	2,540	0.0222	-3.8084	-0.0845
7	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	3,024	0.0264	-3.6340	-0.0960
8	Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Jara	484	0.0042	-5.4666	-0.0231
9	Asteraceae	Brickellia	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	1,331	0.0116	-4.4550	-0.0518
10	Ericaceae	Comarostaphylis	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	5,081	0.0444	-3.1152	-0.1382
11	Asteraceae	Eupatorium	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	484	0.0042	-5.4666	-0.0231
12	Amaranthaceae	Iresine	*Iresine orientalis*	Iresine	3,871	0.0338	-3.3871	-0.1145
13	Scrophulariaceae	Lamourouxia	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	8,105	0.0708	-2.6482	-0.1874
14	Polemoniaceae	Loeselia	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	6,048	0.0528	-2.9409	-0.1553
15	Mimosaceae	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,030	0.0439	-3.1253	-0.1373
16	Asteraceae	Perymenium	*Perymenium discolor*	Tepepoca	4,839	0.0423	-3.1640	-0.1337
17	Anacardiaceae	Rhus	*Rhus standleyi*	Vara negra	1,818	0.0159	-4.1429	-0.0658
18	Lamiaceae	Salvia	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	1,815	0.0158	-4.1448	-0.0657
19	Caprifoliaceae	Symphoricarpus	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	6,653	0.0581	-2.8456	-0.1653
20	Asteraceae	Verbesina	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	18,024	0.1574	-1.8489	-0.2910
21	Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Chimalacate	3,145	0.0275	-3.5948	-0.0987
21	**Total**				**114,509**	**1**	-	**-2.5539**
							I. Shannon H	**2.5539**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**3.0445**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8388**

Cuadro IV.91. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener herbáceo.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Poaceae	Aristida	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	503,906	0.1178	-2.1387	-0.2520
2	Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	23,438	0.0055	-5.2068	-0.0285

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
3	Poaceae	Briza	*Briza subaristata*	Lintemita	35,156	0.0082	-4.8013	-0.0395
4	Orobanchaceae	Castilleja	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	35,156	0.0082	-4.8013	-0.0395
5	Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla	339,844	0.0795	-2.5326	-0.2012
6	Fabaceae	Dalea	*Dalea versicolor*	Dalea	246,094	0.0575	-2.8554	-0.1643
7	Apiaceae	Daucus	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	11,719	0.0027	-5.8999	-0.0162
8	Cistaceae	Helianthemum	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	433,594	0.1014	-2.2890	-0.2320
9	Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	878,906	0.2055	-1.5824	-0.3252
10	Poaceae	Piptochaetium	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,734,375	0.4055	-0.9027	-0.3660
11	Ranunculaceae	Ranunculus	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	35,156	0.0082	-4.8013	-0.0395
11	**Total**				**4,277,344**	**1**	-	**-1.7037**
							I. Shannon H	**1.7037**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.3979**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.7105**

Cuadro IV.92. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener epífitas y/o cactáceas.

ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Agavaceae	Agave	*Agave applanata*	Maguey espadilla	782	0.0717	-2.6351	-0.1890
2	Agavaceae	Agave	*Agave nussaviorum*	Maguey	943	0.0864	-2.4483	-0.2116
3	Agavaceae	Agave	*Agave potatorum*	Mezcalillo	21	0.0020	-6.2324	-0.0122
4	Agavaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1521	0.1395	-1.9698	-0.2748
5	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	246	0.0226	-3.7901	-0.0856
6	Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	1136	0.1041	-2.2622	-0.2355
7	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	1468	0.1346	-2.0056	-0.2699
8	Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	814	0.0747	-2.5949	-0.1937
9	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3718	0.3409	-1.0763	-0.3669
10	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia recurvata*	Gallito	182	0.0167	-4.0924	-0.0683
11	Bromeliaceae	Tillandsia	*Tillandsia violacea*	Magueyito	75	0.0069	-4.9797	-0.0342
11	**Total**				**10,907**	**1**	-	**-1.9419**
							I. Shannon H	**1.9419**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.3979**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8098**

AI

En el estrato arbóreo de este tipo de vegetación se presenta una diversidad media con un estado moderado de conservación de acuerdo con Shannon que obtuvo un valor de **1.2652** y una H. máx.= **1.9459** representadas por una riqueza de 7 especies.

Para el estrato arbustivo se registró una riqueza de 11 especies, de acuerdo con el índice de Shannon se obtuvo un valor de **1.7357** y una H. máx.= **2.3979**, dándonos como resultado una diversidad media con un buen estado moderado de conservación.

Para el estrato herbáceo tiene una riqueza de 3 especies, de acuerdo con el Índice de Shannon tiene un valor de **0.5783** y una H. máx.= **1.0986**, dándonos como resultado una diversidad muy baja con un estado de perturbación.

Por último, para el estrato epífitas y/o cactáceas que tiene una riqueza de 1 especie, de acuerdo con el Índice de Shannon tiene una diversidad baja con **0** una H. máx.= **0.**

Cuadro IV.93. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo

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	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	107	0.0109	-4.5218	-0.0491
2	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	4430	0.4511	-0.7961	-0.3591
3	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	53	0.0054	-5.2149	-0.0283
4	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	53	0.0054	-5.2149	-0.0283
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	3095	0.3152	-1.1545	-0.3639
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	1654	0.1685	-1.7809	-0.3001
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	427	0.0435	-3.1355	-0.1363
7	**Total**				**9,820**	**1**	-	**-1.2652**
I. Shannon H								**1.2652**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.9459**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.6502**

Cuadro IV.94. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo

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	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	720	0.0659	-2.7203	-0.1791
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	107	0.0098	-4.6299	-0.0452
3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	2,281	0.2085	-1.5676	-0.3269
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	53	0.0049	-5.3230	-0.0260
5	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	360	0.0329	-3.4135	-0.1124
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	480	0.0439	-3.1258	-0.1372
7	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	53	0.0049	-5.3230	-0.0260
8	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	534	0.0488	-3.0204	-0.1473
9	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	707	0.0646	-2.7390	-0.1770
10	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	841	0.0768	-2.5662	-0.1972
11	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	4,803	0.4390	-0.8232	-0.3614
11	**Total**				**10,940**	**1**	-	**-1.7357**
I. Shannon H								**1.7357**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.3979**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7238**

Cuadro IV.95. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	12,008	0.0588	-2.8332	-0.1667
2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	168,109	0.8235	-0.1942	-0.1599
3	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	24,016	0.1176	-2.1401	-0.2518
3	**Total**				**204,132**	**1**	-	**-0.5783**
I. Shannon H								**0.5783**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.0986**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.5264**

Cuadro IV.96. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener estrato epífitas y/o cactáceas.

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	Agavaceae	Agave	Agave salmiana	Maguey Pulquero	16,010	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**16,010**	**1**	-	**0.0000**
I. Shannon H								**0.0000**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**0.0000**
Equitatividad (J) H/H' max =								**#¡DIV/0!**

AP

Cuadro IV.97. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo.

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	Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	142	0.0611	-2.7947	-0.1709
2	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	995	0.4279	-0.8488	-0.3632
3	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	20	0.0087	-4.7406	-0.0414
4	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	903	0.3886	-0.9451	-0.3673
5	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	264	0.1135	-2.1756	-0.2470
5	**Total**				**2,324**	**1**	-	**-1.1898**
I. Shannon H								**1.1898**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.6094**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7393**

Cuadro IV.98. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo

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	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	183	0.1047	-2.2571	-0.2362
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	30	0.0174	-4.0489	-0.0706
3	Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	213	0.1221	-2.1030	-0.2568
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate	30	0.0174	-4.0489	-0.0706
5	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara	244	0.1395	-1.9694	-0.2748
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	30	0.0174	-4.0489	-0.0706
7	Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	30	0.0174	-4.0489	-0.0706
8	Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	325	0.1860	-1.6818	-0.3129
9	Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca	30	0.0174	-4.0489	-0.0706
10	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra	416	0.2384	-1.4339	-0.3418
11	Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	213	0.1221	-2.1030	-0.2568
11	**Total**				**1,746**	**1**	-	**-2.0323**
							I. Shannon H	**2.0323**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.3979**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.8475**

Cuadro IV.99. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	3,045	0.0400	-3.2189	-0.1288
2	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	21,315	0.2800	-1.2730	-0.3564
3	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	51,765	0.6800	-0.3857	-0.2623
3	**Total**				**76,125**	**1**	-	**-0.7474**
							I. Shannon H	**0.7474**
							Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.0986**
							Equitatividad (J) H/H' max =	**0.6803**

Al calcular el indicador para cada uno de los estratos, tenemos que el estrato arbóreo es un estrato que no presenta diferencias estadísticas significativas con respecto a los valores del Índice de Shannon de 1.190, y para H Máx.= 1.609, con lo que se determina que se trata de un estrato con una diversidad media con un total de 5 especies arbóreas, con un estado pobre de conservación.

Para el estrato arbustivo los resultados para el valor de H corresponden a 2.032, y una H Máx.= 2.3998 siendo valores de un estrato que no presenta diferencias estadísticas significativas, representada por 11 especies y que indica una diversidad media con un estado de conservación moderado.

Por último, el estrato herbáceo, con un índice de Shannon de 0.7474 y la H Max = 1.0986, lo que representa un estrato de diversidad muy baja con 3 especies, en un mal estado, con alta perturbación.

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 uso para las especies del estrato arbóreo, mientras que para los demás estratos se uso 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 tres estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo), a continuación, se presentan los resultados, los análisis y conclusiones de los resultados obtenidos.

SA

Cuadro IV.100. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo

ID	Especie	Nombre común	n	Área basal	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Acacia neovernicosa*	Chaparro prieto	122	0.002	0.0001	0.0288	3.2	0.37	1	37	0.03	1	1
2	*Arbutus xalapensis*	Madroño	193	0.261	0.007	3.8382	5.1	0.59	9	37	0.24	5	9.4
3	*Buddleja cordata*	Tepozan	111	0.018	0.0005	0.2594	3	0.34	5	37	0.14	3	3.4
4	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	274	0.004	0.0001	0.0576	7.3	0.84	1	37	0.03	1	1.5
5	*Crataegus mexicana*	Tejocote	274	0.016	0.0004	0.2306	7.3	0.84	2	37	0.05	1	2.2
6	*Dodonaea viscosa*	Venado	30	0.004	0.0001	0.0576	0.8	0.09	2	37	0.05	1	1.3
7	*Eucalyptus camaldulensis*	Eucalipto rojo	10	0.002	0.0001	0.0288	0.3	0.03	1	37	0.03	1	0.6
8	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	541	0.014	0.0004	0.2098	14.4	1.67	4	37	0.11	2	4.1
9	*Forestiera phillyreoides*	Garrapatillo	10	0.002	0.0001	0.0288	0.3	0.03	1	37	0.03	1	0.6
10	*Juniperus deppeana*	Táscate	5581	1.551	0.0414	22.7742	148.8	17.19	30	37	0.81	16	56.5
11	*Nolina longifolia*	Borracho	1095	0.803	0.0214	11.7889	29.2	3.37	15	37	0.41	8	23.4
12	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	125	0.191	0.0051	2.8063	3.3	0.39	5	37	0.14	3	5.9
13	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	1392	0.429	0.0114	6.2986	37.1	4.29	21	37	0.57	12	22.1
14	*Prunus serotina*	Capulín	118	0.01	0.0003	0.1441	3.2	0.36	3	37	0.08	2	2.2
15	*Quercus acutifolia*	Aguatle	1378	0.714	0.019	10.4746	36.8	4.25	15	37	0.41	8	23
16	*Quercus castanea*	Capulincillo	1889	1.209	0.0322	17.7508	50.4	5.82	14	37	0.38	8	31.3
17	*Quercus crassipes*	Encino	61	0.005	0.0001	0.0807	1.6	0.19	2	37	0.05	1	1.4
18	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	2645	0.059	0.0016	0.8647	70.5	8.15	8	37	0.22	4	13.4
19	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	132	0.022	0.0006	0.3171	3.5	0.41	2	37	0.05	1	1.8
20	*Quercus greggii*	Tesmole	10	0.002	0.0001	0.0288	0.3	0.03	1	37	0.03	1	0.6
21	*Quercus microphylla*	Encino enano	8686	0.069	0.0018	1.0088	231.6	26.76	10	37	0.27	5	33.3
22	*Quercus deserticola*	Encino colorado	1743	0.687	0.0183	10.086	46.5	5.37	13	37	0.35	7	22.6
23	*Quercus glabrescens*	Encino	5828	0.734	0.0196	10.7789	155.4	17.95	15	37	0.41	8	37
24	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	214	0.004	0.0001	0.0576	5.7	0.66	2	37	0.05	1	1.8

ID	Especie	Nombre común	n	Área basal	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
24	∑		32,461	6.812	0.18166	100	866	100	-	-	5	100	300

Cuadro IV.101. Índice de Valor de Importancia 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	*Acourtia discolor*	Acourtia	1,935	16	0.01	1	52	1.69	4	32	0.13	3	6.12
2	*Ageratina astellera*	Ageratina	28,548	233	0.21	21	761	24.93	18	32	0.56	13.4	59.45
3	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	2,903	23	0.02	2	77	2.54	4	32	0.13	3	7.6
4	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	8,347	85	0.08	8	223	7.29	14	32	0.44	10.4	25.43
5	*Asclepias linaria*	Romero de monte	484	4	0	0	13	0.42	2	32	0.06	1.5	2.28
6	*Baccharis conferta*	Azoyate	2,540	18	0.02	2	68	2.22	5	32	0.16	3.7	7.58
7	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	3,024	25	0.02	2	81	2.64	5	32	0.16	3.7	8.63
8	*Baccharis salicifolia*	Jara	484	3	0	0	13	0.42	1	32	0.03	0.7	1.44
9	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	1,331	11	0.01	1	35	1.16	2	32	0.06	1.5	3.65
10	*Comarostaphylis polifolia*	Manzanillo	5,081	42	0.04	4	135	4.44	2	32	0.06	1.5	9.73
11	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	484	1	0	0	13	0.42	1	32	0.03	0.7	1.26
12	*Iresine orientalis*	Iresine	3,871	32	0.03	3	103	3.38	5	32	0.16	3.7	10.01
13	*Lamourouxia dasyantha*	Campanita	8,105	67	0.06	6	216	7.08	4	32	0.13	3	16.13
14	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	6,048	50	0.05	5	161	5.28	5	32	0.16	3.7	13.54
15	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5,030	89	0.08	8	134	4.39	14	32	0.44	10.4	22.89
16	*Perymenium discolor*	Tepepoca	4,839	43	0.04	4	129	4.23	6	32	0.19	4.5	12.59
17	*Rhus standleyi*	Vara negra	1,818	95	0.09	9	48	1.59	14	32	0.44	10.4	20.63
18	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	1,815	15	0.01	1	48	1.58	4	32	0.13	3	5.93
19	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	6,653	78	0.07	7	177	5.81	9	32	0.28	6.7	19.59
20	*Verbesina hypoglauca*	Verbesina	18,024	149	0.13	13	481	15.74	12	32	0.38	9	38.18
21	*Viguiera dentata*	Chimalacate	3,145	26	0.02	2	84	2.75	3	32	0.09	2.2	7.34

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	COBERTURA	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
21	**∑**		**114,509**	**1,105**	**1**	**100**	**3,054**	**100**	**-**	**-**	**4**	**100**	**300**

Cuadro IV.102. Índice de Valor de Importancia 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	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	503,906	43	0.12	35.6	13,438	12	6	32	0.19	10.2	34.24
2	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	23,438	1	0.001	0.3	625	1	1	32	0.03	1.7	2.53
3	*Briza subaristata*	Linternita	35,156	3	0.002	0.6	938	1	1	32	0.03	1.7	3.09
4	*Castilleja tenuiflora*	Hierba de cáncer	35,156	3	0.003	0.9	938	1	2	32	0.06	3.4	5.07
5	*Cynodon dactylon*	Bramilla	339,844	27	0.027	7.7	9,063	8	5	32	0.16	8.5	24.13
6	*Dalea versicolor*	Dalea	246,094	21	0.021	6	6,563	6	6	32	0.19	10.2	21.92
7	*Daucus montanus*	Zanahoria de monte	11,719	1	0.001	0.3	313	0	1	32	0.03	1.7	2.25
8	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	433,594	37	0.036	10.6	11,563	10	7	32	0.22	11.9	32.57
9	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	878,906	64	0.063	18.3	23,438	21	13	32	0.41	22	60.87
10	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,734,375	148	0.145	42.3	46,250	41	16	32	0.5	27.1	109.95
11	*Ranunculus petiolaris*	Pata de león	35,156	3	0.003	0.9	938	1	1	32	0.03	1.7	3.37
11	**∑**		**4,277,344**	**351**	**0.344**	**100**	**114,063**	**100**	**-**	**-**	**2**	**100**	**300**

Cuadro IV.103. Índice de Valor de Importancia 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 applanata*	Maguey espadilla	782	73	0.2	7	21	7	13	37	0.35	14.9	29.27
2	*Agave nussaviorum*	Maguey	943	88	0.24	9	25	9	5	37	0.14	5.7	23.02
3	*Agave potatorum*	Mezcalillo	21	2	0.01	0	1	0	1	37	0.03	1.1	1.54
4	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	1521	144	0.39	14	41	14	23	37	0.62	26.4	54.5

ID	Especie	Nombre común	n	Frecuencia	Cobertura	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI
5	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	246	23	0.06	2	7	2	3	37	0.08	3.4	7.96
6	*Mammillaria haageana*	Caca de burro	1136	106	0.29	10	30	10	4	37	0.11	4.6	25.4
7	*Opuntia huajuapensis*	Nopal de coyote	1468	137	0.38	13	39	13	9	37	0.24	10.3	37.23
8	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	814	76	0.21	7	22	7	10	37	0.27	11.5	26.41
9	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	3718	347	0.95	34	99	34	11	37	0.3	12.6	80.75
10	*Tillandsia recurvata*	Gallito	182	17	0.05	2	5	2	3	37	0.08	3.4	6.78
11	*Tillandsia violacea*	Magueyito	75	7	0.02	1	2	1	5	37	0.14	5.7	7.12
11	**∑**		**10,907**	**365**	**3**	**100**	**291**	**100**	**-**	**-**	**2**	**100**	**300**

Estrato arbóreo: La especie con mayor valor de importancia es *Juniperus deppeana con el 56.5* % y las especies con menor valor de importancia son; *Eucalyptus camaldulensis, Forestiera phillyreoides y Quercus greggii* con tan sólo el 0.6%.

Estrato arbustivo: La especie con mayor valor de importancia es *Ageratina astellera* con el 5.45% y la de menor valor es, *Eupatorium pycnocephalum*, con 1.26%.

Estrato herbáceo: La especie con mayor valor de importancia es *Piptochaetium angustifolium* con el 109.95% y la de menor valor es, *Daucus montanus* con 2.25%.

Estrato de epífitas y/o cactáceas: La especie con mayor valor de importancia es *Tillandsia macdougallii* con 80.75% y la de menor valor es, *Agave potatorum con un 1.54*%.

AI

Cuadro IV.104. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo

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	*Arbutus xalapensis*	Madroño	211	0.0020	0.0002	0.0093	22	1.09	1	3	0.33	8	8.79
2	*Juniperus deppeana*	Táscate	8770	1.0020	0.1054	4.7681	922	45.11	3	3	1.00	23	72.95

3	*Nolina longifolia*	Borracho	106	2.0020	0.2105	9.5269	11	0.54	1	3	0.33	8	17.76
4	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	106	3.0020	0.3157	14.2857	11	0.54	1	3	0.33	8	22.52
5	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	6128	4.0020	0.4208	19.0445	644	31.52	3	3	1.00	23	73.64
6	*Quercus castanea*	Capulincillo	3275	5.0020	0.5260	23.8033	344	16.85	2	3	0.67	15	56.04
7	*Quercus mexicana*	Encino Amarillo	845	6.0020	0.6312	28.5621	89	4.35	2	3	0.67	15	48.29
7	∑		**19,441**	**21**	**2**	**100**	**2,044**	**100**	**-**	**-**	**4**	**100**	**300**

Cuadro IV.105. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo.

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	*Ageratina astellera*	Ageratina	1,426	4	0.04	4	150	6.59	1	4	0.25	6.3	17.14
2	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	211	2	0.02	2	22	0.98	1	4	0.25	6.3	9.38
3	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	4,517	19	0.20	20	475	20.85	2	4	0.50	12.5	53.78
4	*Baccharis conferta*	Azoyate	106	1	0.01	1	11	0.49	1	4	0.25	6.3	7.81
5	*Baccharis salicifolia*	Jara	713	3	0.03	3	75	3.29	1	4	0.25	6.3	12.77
6	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	951	4	0.04	4	100	4.39	1	4	0.25	6.3	14.94
7	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	106	1	0.01	1	11	0.49	1	4	0.25	6.3	7.81
8	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	1,057	5	0.05	5	111	4.88	2	4	0.50	12.5	22.75
9	*Perymenium discolor*	Tepepoca	1,400	7	0.08	8	147	6.46	2	4	0.50	12.5	26.49
10	*Rhus standleyi*	Vara negra	1,664	7	0.08	8	175	7.68	2	4	0.50	12.5	27.71
11	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	9,509	40	0.43	43	1,000	43.90	2	4	0.50	12.5	99.41
11	∑		**21,660**	**93**	**1**	**100**	**2,278**	**100**	**-**	**-**	**4**	**100**	**300**

Cuadro IV.106. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo

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	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	23,774	1	0.06	6	2,500	6	1	4	0.25	33.3	45.10
2	*Cynodon dactylon*	Bramilla	332,829	14	0.82	82	35,000	82	1	4	0.25	33.3	198.04
3	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	47,547	2	0.12	12	5,000	12	1	4	0.25	33.3	56.86
3	∑		**404,150**	**17**	**1**	**100**	**42,500**	**100**	**-**	**-**	**1**	**100**	**300**

Cuadro IV.107. Índice de Valor de Importancia estrato epífitas y/o cactáceas

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	31,698	2	1.00	100	3,333	100	2	3	0.67	100.0	300.00
1	∑		**31,698**	**2**	**1**	**100**	**3,333**	**100**	**-**	**-**	**1**	**100**	**300**

Estrato arbóreo: La especie con mayor valor de importancia es *Pinus pseudostrobus var. apulcensis* con el 73.64% y las especies con menor valor de importancia son; *Arbutus xalapensis* con tan sólo el 8.79%.

Estrato arbustivo: La especie con mayor valor de importancia es *Symphoricarpos microphyllus* con el 99.41 % y la de menor valor es, *Eupatorium pycnocephalum* y *Baccharis conferta* con 7.81%.

Estrato herbáceo: La especie con mayor valor de importancia es *Cynodon dactylon* con el 198.04 % y la de menor valor es, *Bouteloua scorpioides* con 45.10%.

Estrato de epífitas y/o cactáceas: solo se encontró una especie y quien tiene todo el valor de importancia y es *Agave salmiana* con 300%.

AP

Cuadro IV.108. Índice de Valor de Importancia estrato arbóreo.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA													
ESTRATO ARBÓREO													
ID	Especie	Nombre común	n	Área basal	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	Densidad absoluta	Densidad relativa (%)	Ocurrencia	Total sitios muestreados	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
1	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	142	0.0003	0.0003	0.0128	156	6.11	1	3	0.33	10	16.13
2	*Juniperus deppeana*	Táscate	995	1.6504	1.8066	67.3969	1,089	42.79	3	3	1.00	30	140.19
3	*Nolina longifolia*	Borracho	20	0.0007	0.0008	0.0289	22	0.87	1	3	0.33	10	10.90
4	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	903	0.7772	0.8508	31.7403	989	38.86	3	3	1.00	30	100.60
5	*Quercus castanea*	Capulincillo	264	0.0201	0.0220	0.8211	289	11.35	2	3	0.67	20	32.17
5	∑		**2,324**	**2.4487**	**3**	**100**	**2,544**	**100**	**-**	**-**	**3**	**100**	**300**

Cuadro IV.109. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo

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	*Ageratina astellera*	Ageratina	183	6	0.06	6	200	10.47	1	3	0.33	6.3	22.38
2	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	30	1	0.01	1	33	1.74	1	3	0.33	6.3	8.94
3	*Amelanchier denticulata*	Membrillito	213	7	0.07	7	233	12.21	3	3	1.00	18.8	37.56
4	*Baccharis conferta*	Azoyate	30	1	0.01	1	33	1.74	1	3	0.33	6.3	8.94
5	*Baccharis salicifolia*	Jara	244	8	0.08	8	267	13.95	1	3	0.33	6.3	27.75
6	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	30	1	0.01	1	33	1.74	1	3	0.33	6.3	8.94
7	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo	30	1	0.01	1	33	1.74	1	3	0.33	6.3	8.94
8	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	325	32	0.30	30	356	18.60	1	3	0.33	6.3	55.04
9	*Perymenium discolor*	Tepepoca	30	1	0.01	1	33	1.74	1	3	0.33	6.3	8.94
10	*Rhus standleyi*	Vara negra	416	41	0.39	39	456	23.84	2	3	0.67	12.5	75.02
11	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	213	7	0.07	7	233	12.21	3	3	1.00	18.8	37.56
11	∑		**1,746**	**106**	**1**	**100**	**1,911**	**100**	**-**	**-**	**5**	**100**	**300**

Cuadro IV.110. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo

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	*Bouteloua scorpioides*	Pasto	3,045	1	0.04	4	3,333	4	1	3	0.33	20.0	28.00
2	*Cynodon dactylon*	Bramilla	21,315	7	0.28	28	23,333	28	1	3	0.33	20.0	76.00
3	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra	51,765	17	0.68	68	56,667	68	3	3	1.00	60.0	196.00
3	**∑**		**76,125**	**25**	**1**	**100**	**83,333**	**100**	**-**	**-**	**2**	**100**	**300**

Estrato arbóreo: La especie con mayor valor de importancia es *Juniperus deppeana* 140.19 % y la especie con menor valor de importancia es *Nolina longifolia* con tan sólo el 10.9%.

Estrato arbustivo: La especie con mayor valor de importancia es *Rhus standleyi* con 75.02% y las de menor valor son, *Ageratina petiolaris, Baccharis conferta, Brickellia veronicifolia, Eupatorium pycnocephalum y Perymenium discolor* con 8.94%.

Estrato herbáceo: La especie con mayor valor de importancia es *Muhlenbergia distichophylla* con 196% y la de menor valor es, *Bouteloua scorpioides*, con 28%.

Nota: Se anexa base de datos del Índice de diversidad de Shannon-Wiener, Índice de Simpson e índice de Valor de Importancia (ANEXO IV.G. DIVERSIDAD_FLORA_UA).

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.

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

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 5.1 km conocida como **La Malinche**, a 27.38 km conocida como **Presa de Valsequillo** y a 33.75 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.

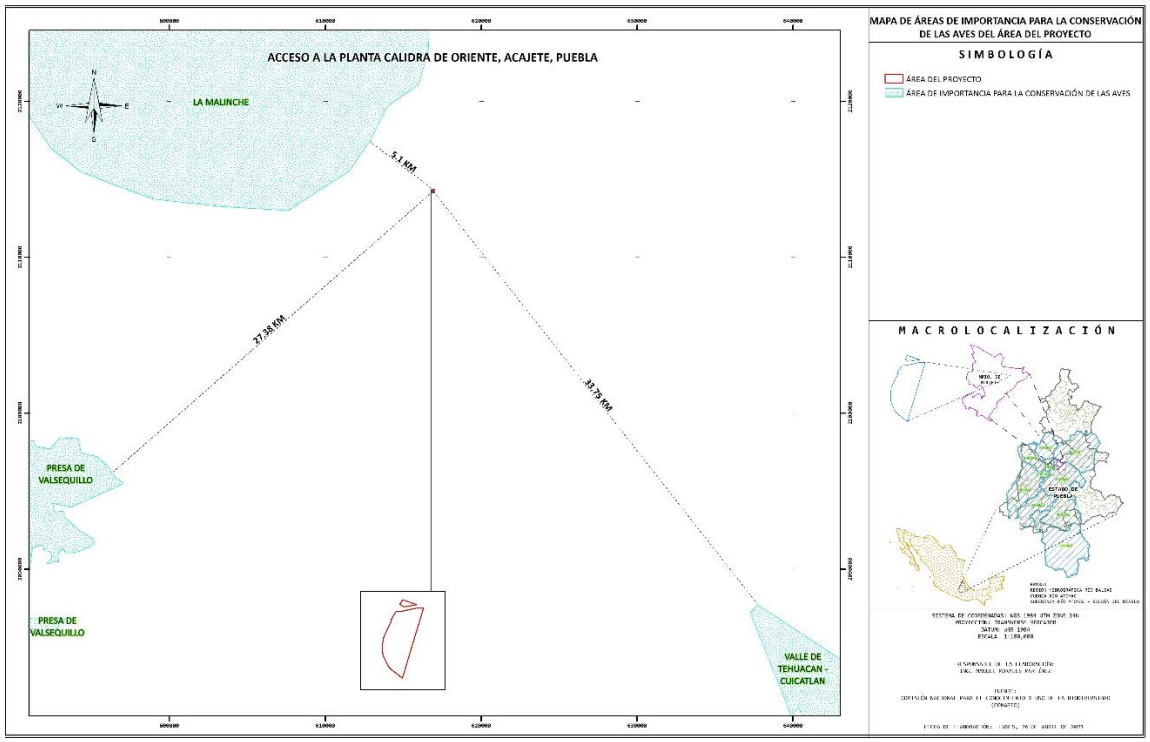


Figura IV.55. AICA'S cercanas a las unidades de análisis

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 6.94 km conocida como **La montaña Malinche o Matlalcuéyatl** y a 33.78 km conocida como **Tehuacan-Cuicatlan**.

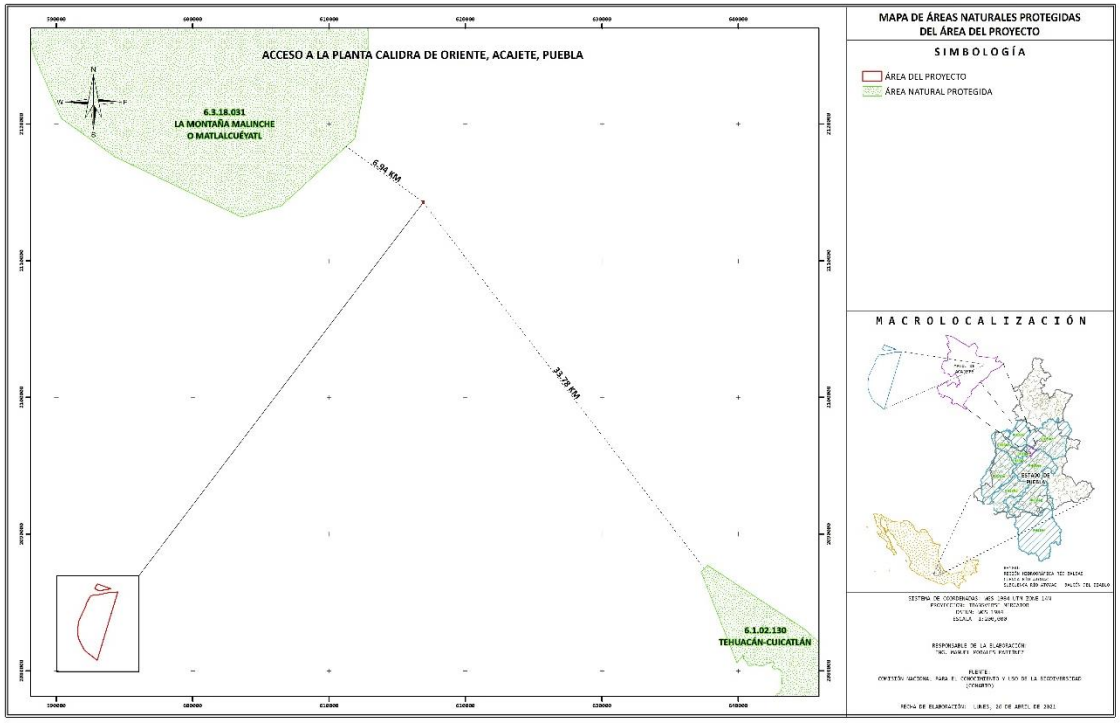


Figura IV.56. ANP'S cercanas a las unidades de análisis

Corredores biológicos

Con respecto al AP, AI y SA no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

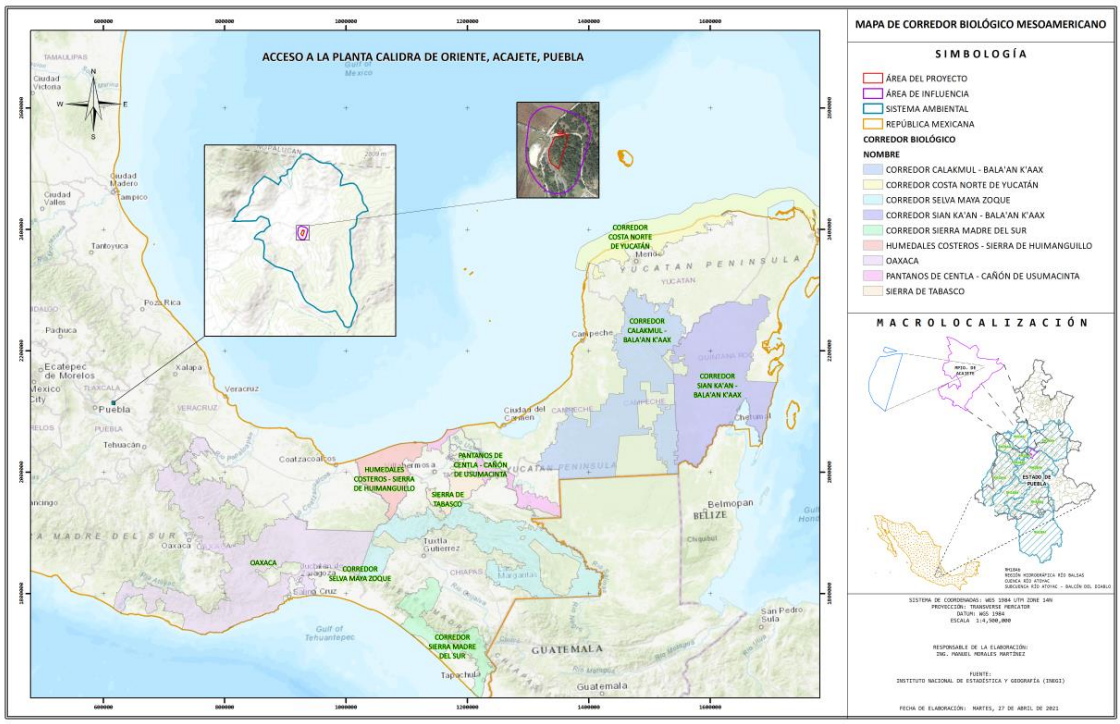


Figura IV.57. Corredores biológicos cercanos a las unidades de análisis

Ecorregiones terrestres de México

Con respecto al AP, AI y SA se encuentra localizada dentro de la ecorregión terrestre de México en el nivel 4 la cual lleva por nombre ***Lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos*** con el numeral 13.3.1.2.

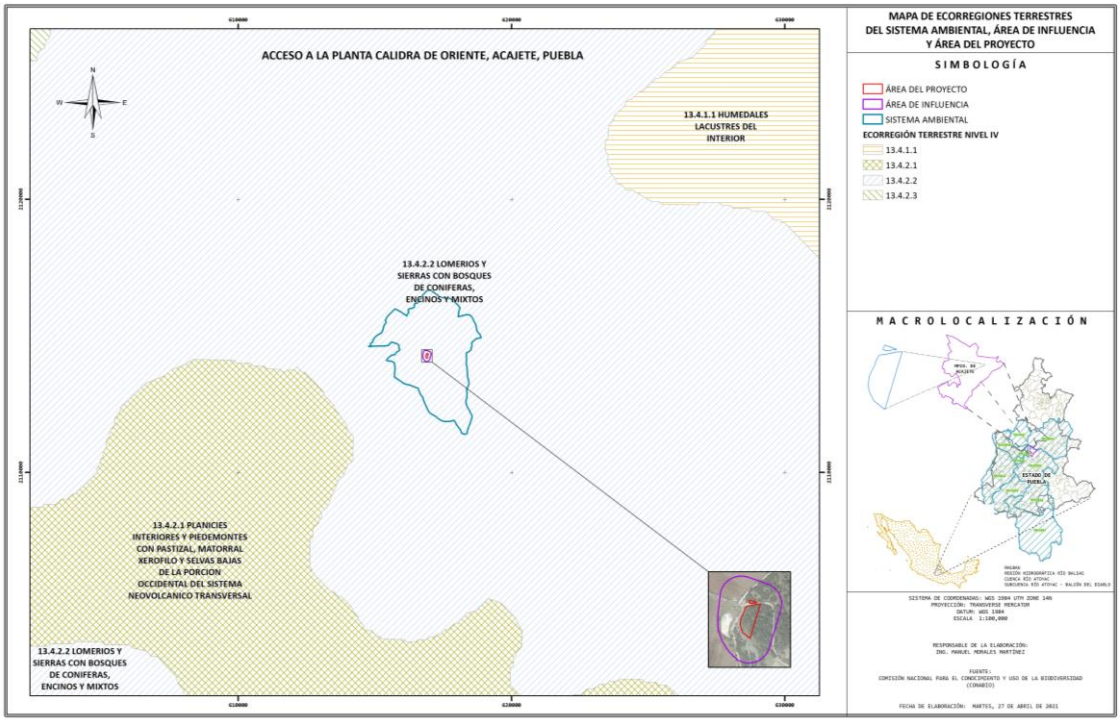


Figura IV.58. Mapa de ubicación de las unidades de análisis dentro de la Ecorregión 13.3.1.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 169.23 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

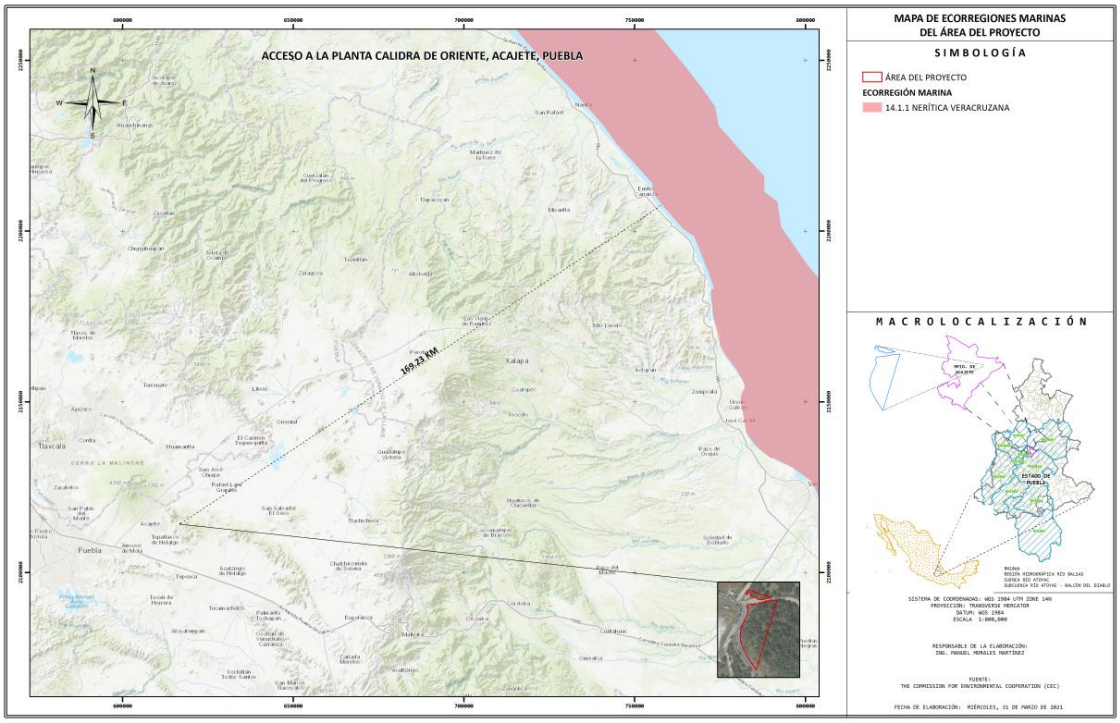


Figura IV.59. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto al AP no se encuentra dentro de ninguna RHP, la más cercana se encuentran a 1.77 km conocida como **Cuenca Oriental**.

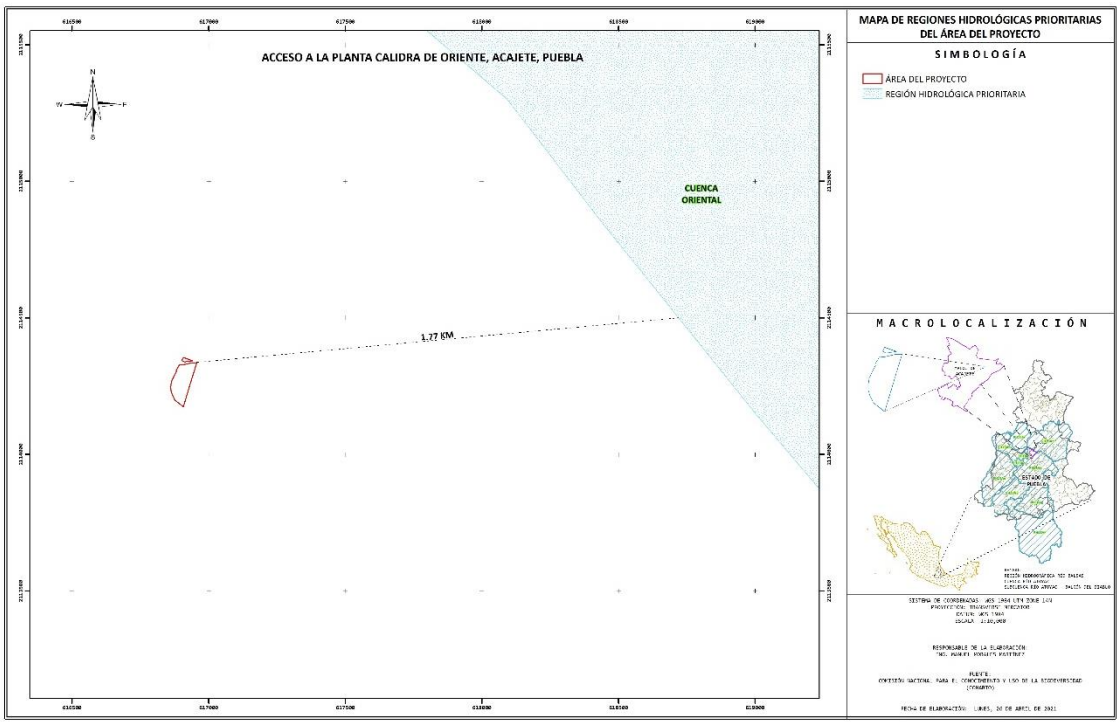


Figura IV.60. RHP's cercanas.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 7.47 km conocida como **La Malinche** y a 33.78 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.

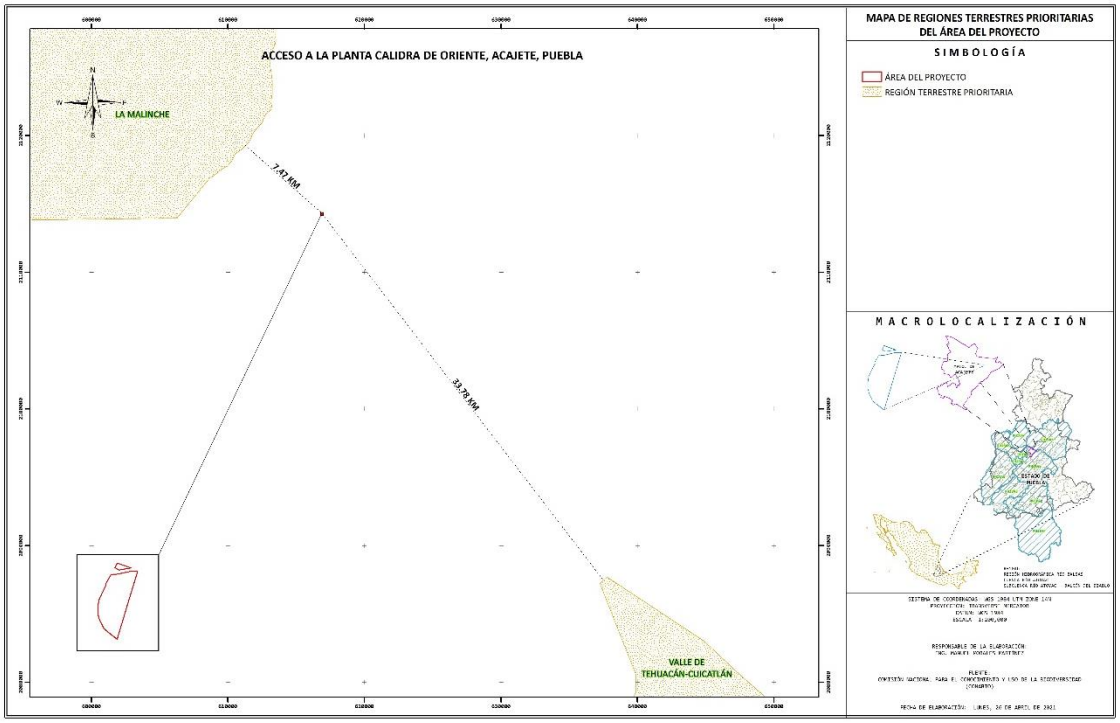


Figura IV.61. RTP'S cercanas

Sitios RAMSAR

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos se encuentran a 27.34 km conocida como **Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)** y a 55.69 km conocida como **Presa de Atlangatepec**.

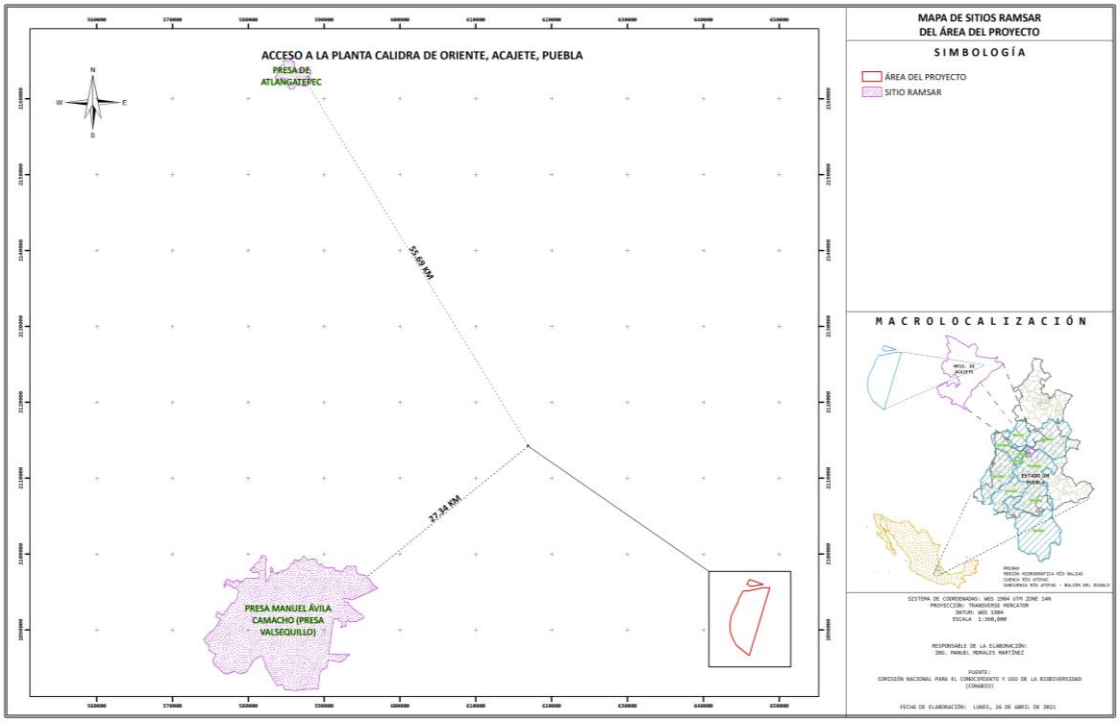


Figura IV.62. Sitios Ramsar cercanas

AI

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

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 5.06 km conocida como **La Malinche**, a 27.39 km conocida como **Presa de Valsequillo** y a 33.75 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.

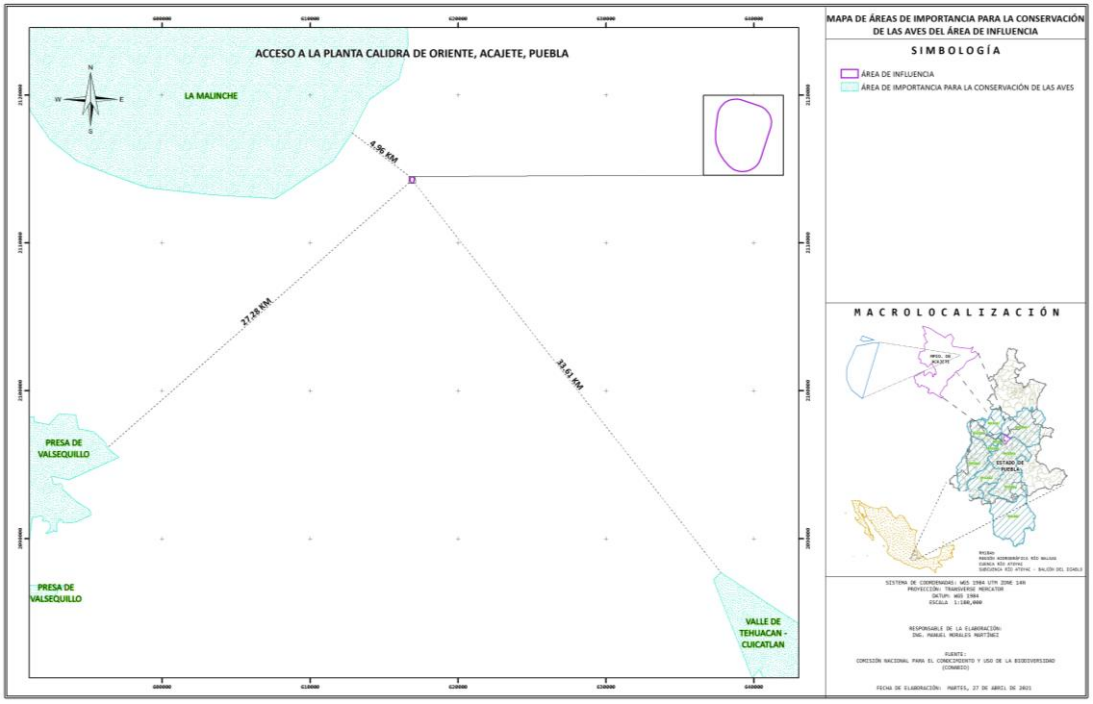


Figura IV.63. AICA'S cercanas a las AI

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 6.91 km conocida como **La montaña Malinche o Matlalcuéyatl** y a 33.78 km conocida como **Tehuacan-Cuicatlan**.

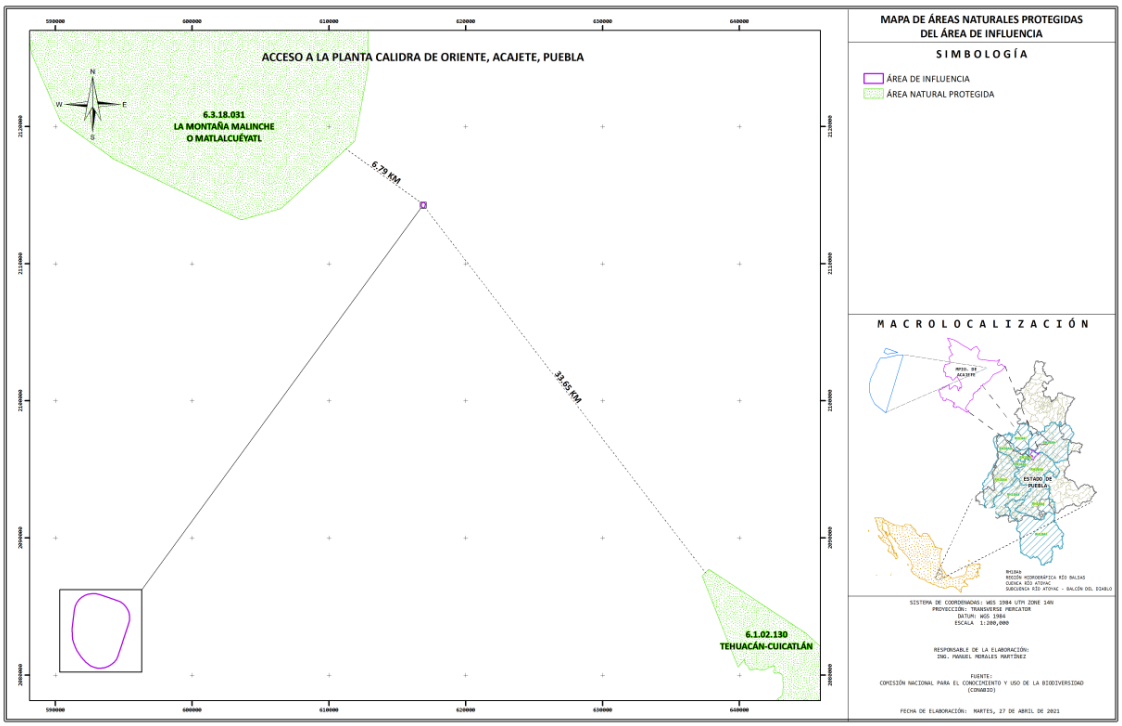


Figura IV.64. ANP'S cercanas a las unidades de análisis

Ecorregiones marinas de América del Norte

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 169.23 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

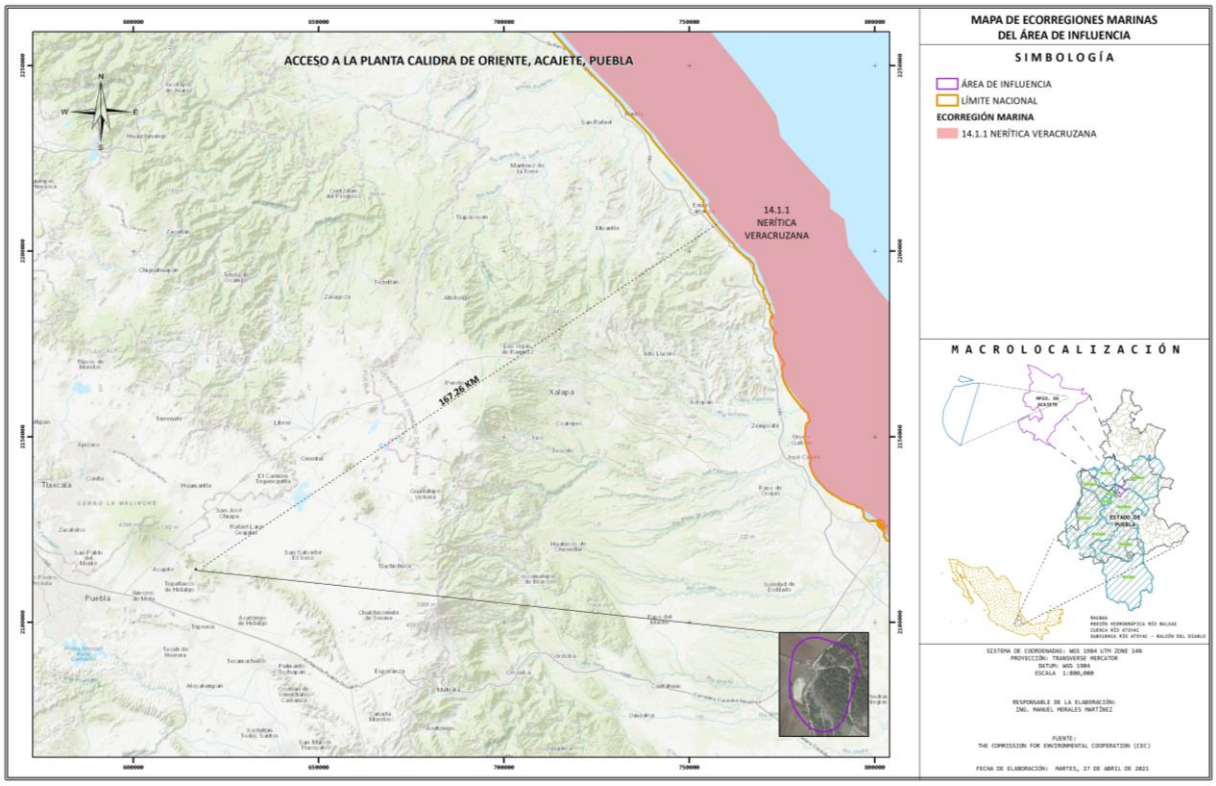


Figura IV.65. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto al AI no se encuentra dentro de ninguna RHP, la más cercana se encuentran a 1.36 km conocida como **Cuenca Oriental**.

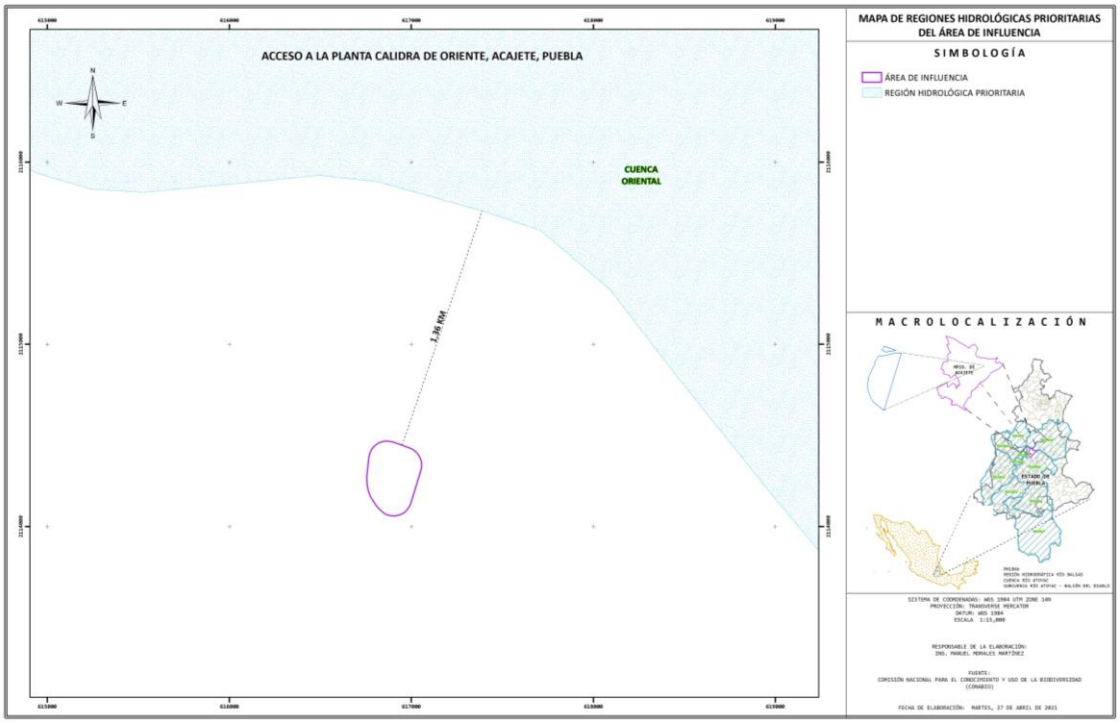


Figura IV.66. RHP's cercanas

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 7.45 km conocida como **La Malinche** y a 33.78 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.

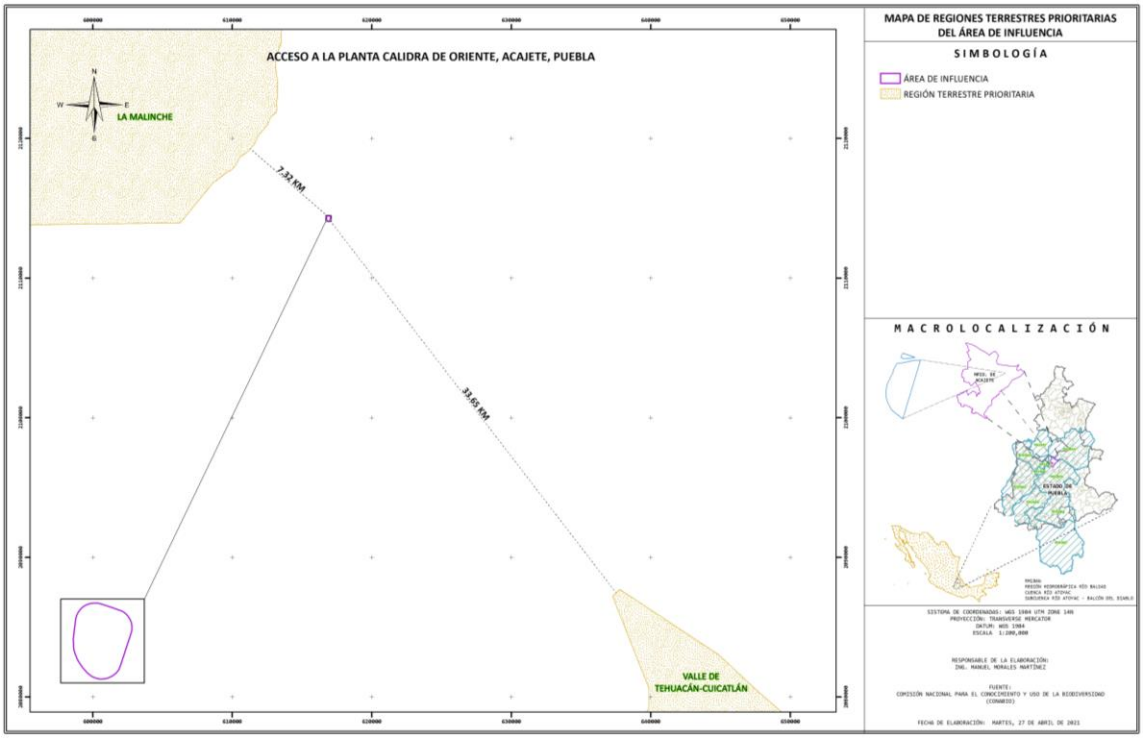


Figura IV.67. RTP'S cercanas

Sitios RAMSAR

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos se encuentran a 27.24 km conocida como **Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)** y a 55.56 km conocida como **Presa de Atlangatepec**.

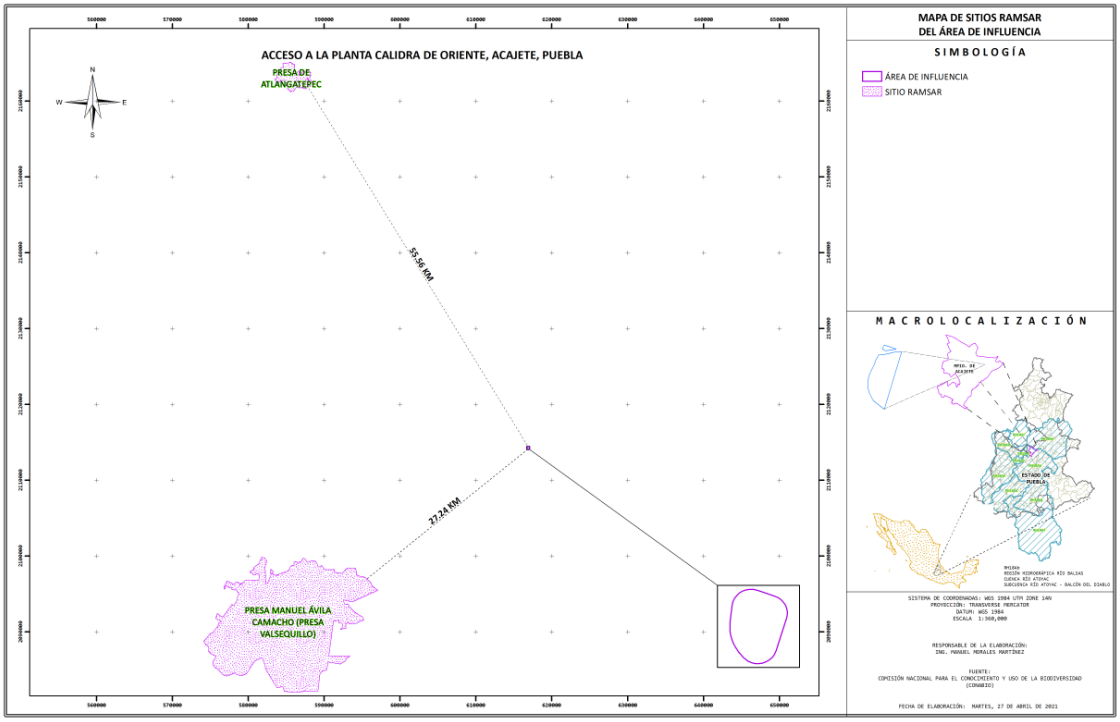


Figura IV.68. Sitios Ramsar cercanas.

SA

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

El SA no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 3.13 km conocida como **La Malinche**, a 26.2 km conocida como **Presa de Valsequillo** y a 30.68 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.

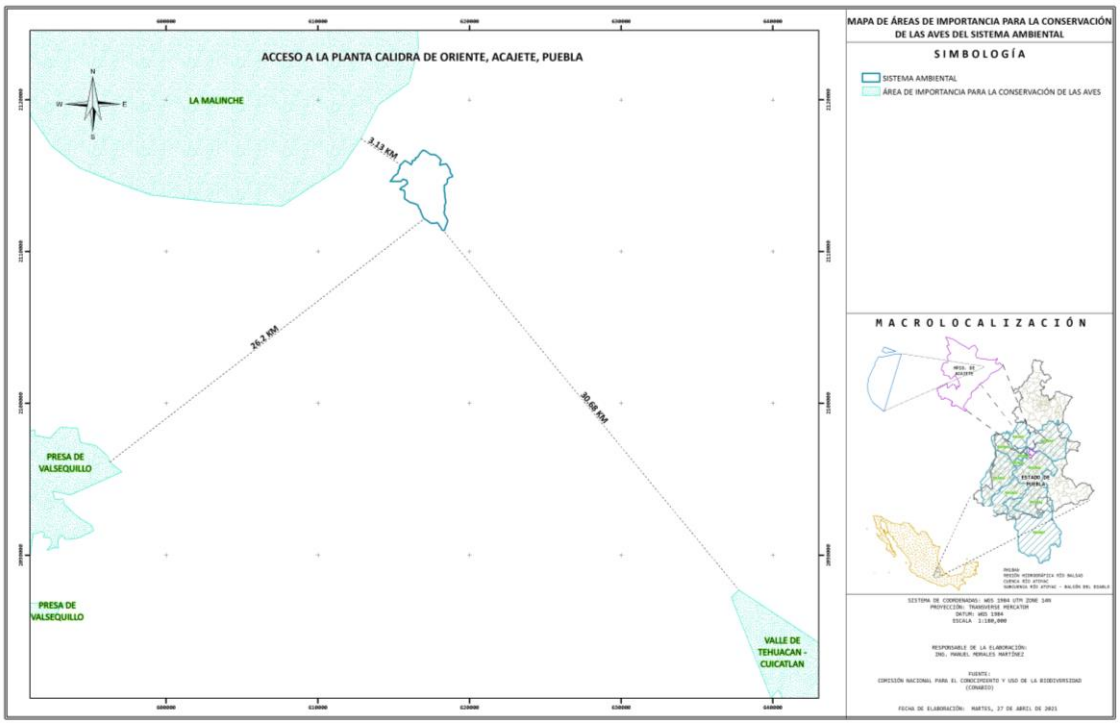


Figura IV.69. AICA'S cercanas a las unidades de análisis

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 4.96 km conocida como **La montaña Malinche o Matlalcuéyatl** y a 30.68 km conocida como **Tehuacan-Cuicatlan**.

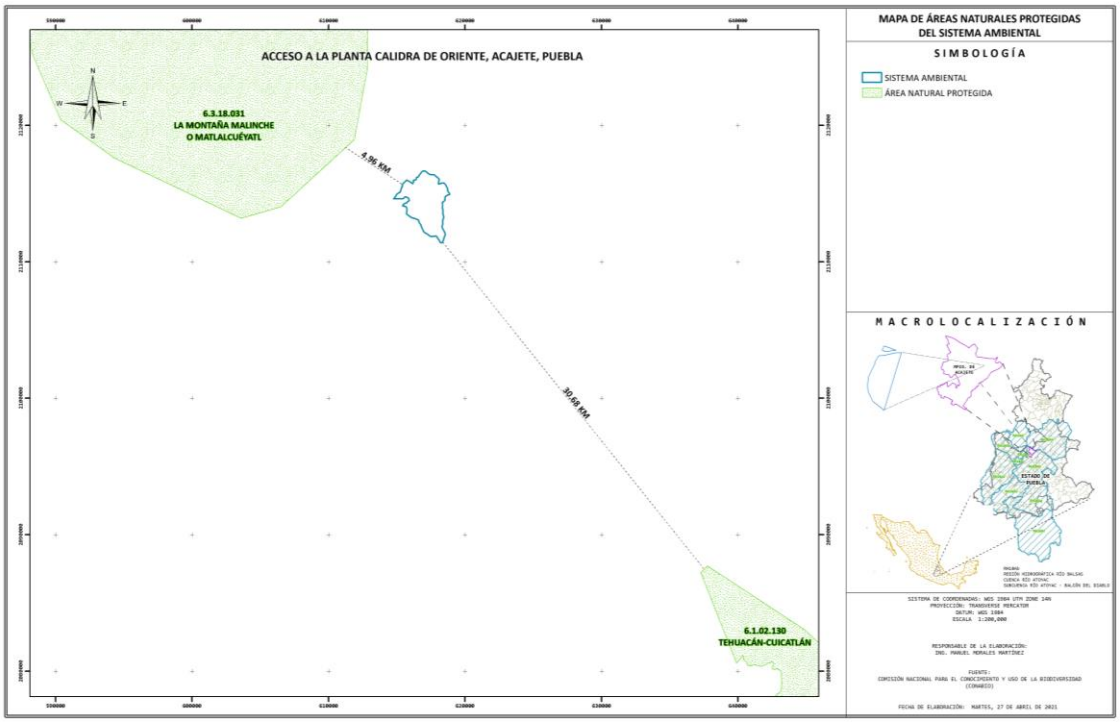


Figura IV.70. ANP'S cercanas a las unidades de análisis

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 169.23 km conocida como **Nerítica Veracruzana** con numeral 14.1.1.

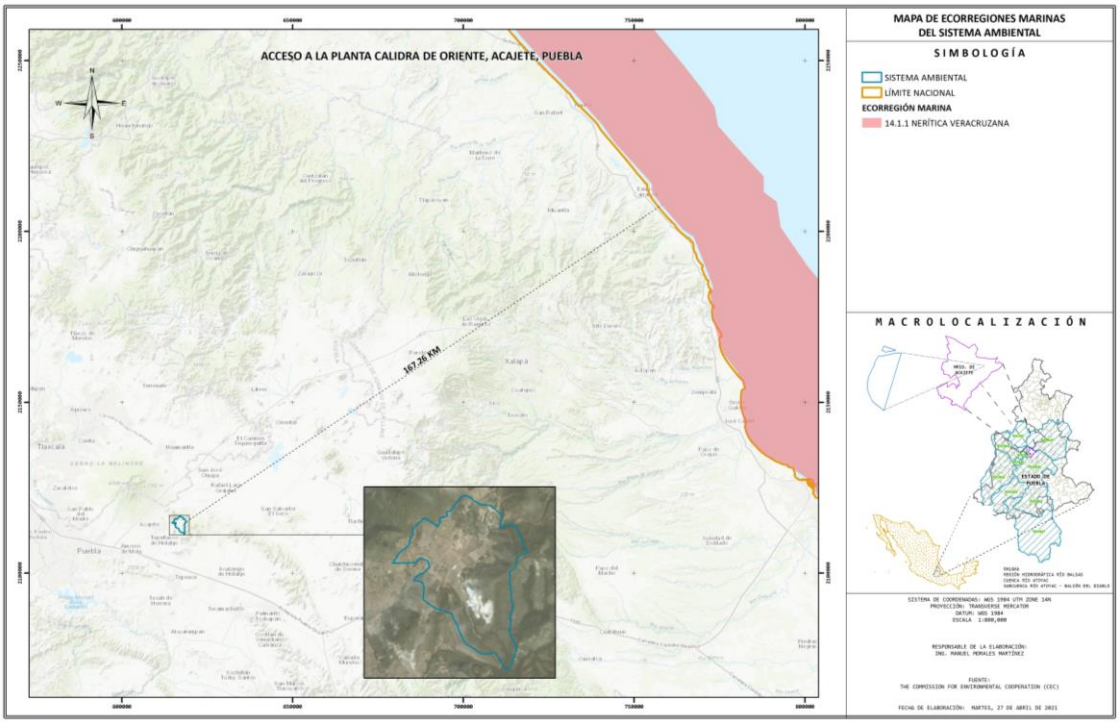


Figura IV.71. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto al SA se encuentra dentro de la RHP conocida como **Cuenca Oriental**.

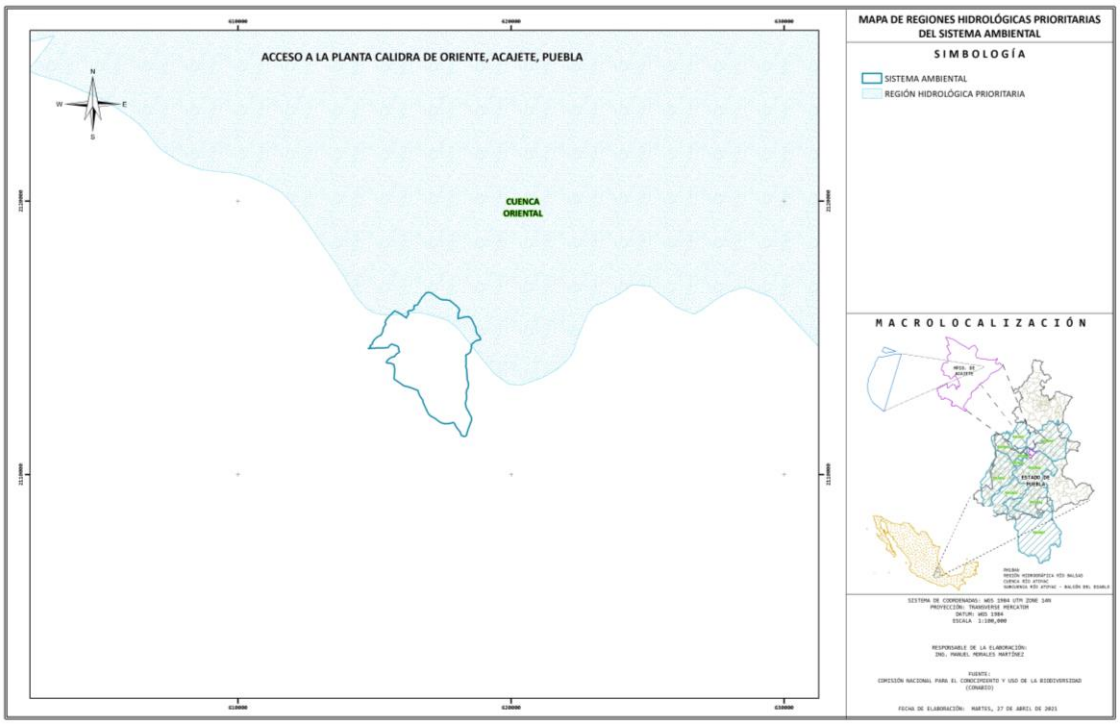


Figura IV.72. RHP's cercanas

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentran a 7.45 km conocida como **La Malinche** y a 33.78 km conocida como **Valle de Tehuacan-Cuicatlan**.

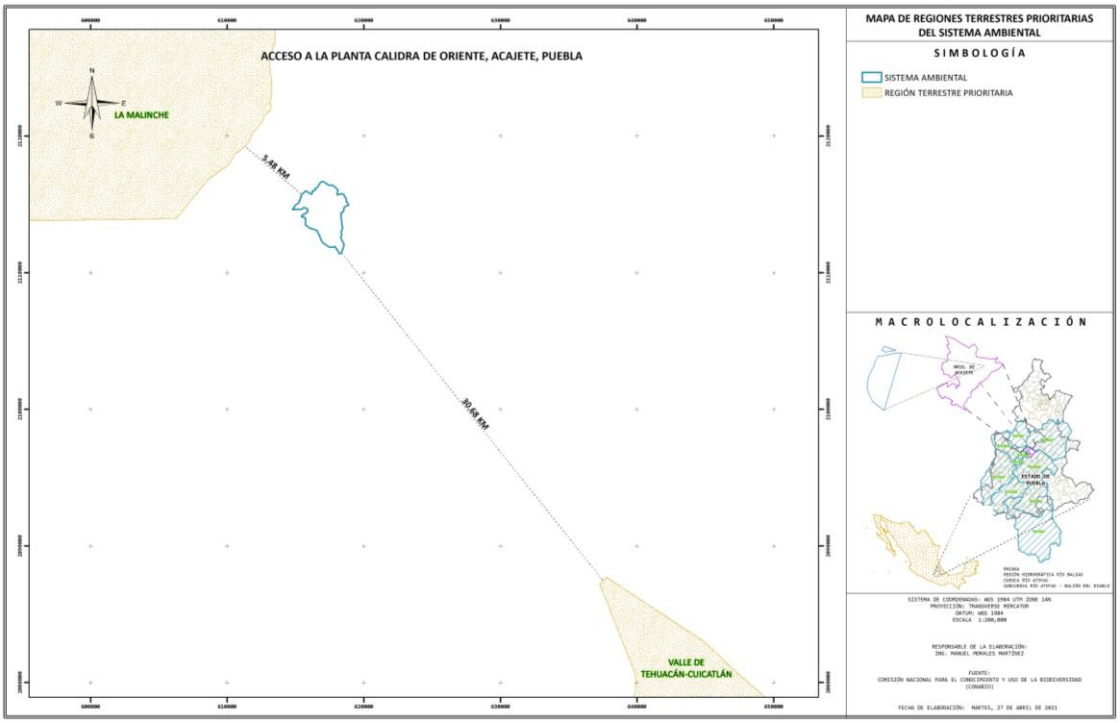


Figura IV.73. RTP'S cercanas

Sitios RAMSAR

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; los más cercanos se encuentran a 26.72 km conocida como **Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)** y a 55.09 km conocida como **Presa de Atlangatepec**.

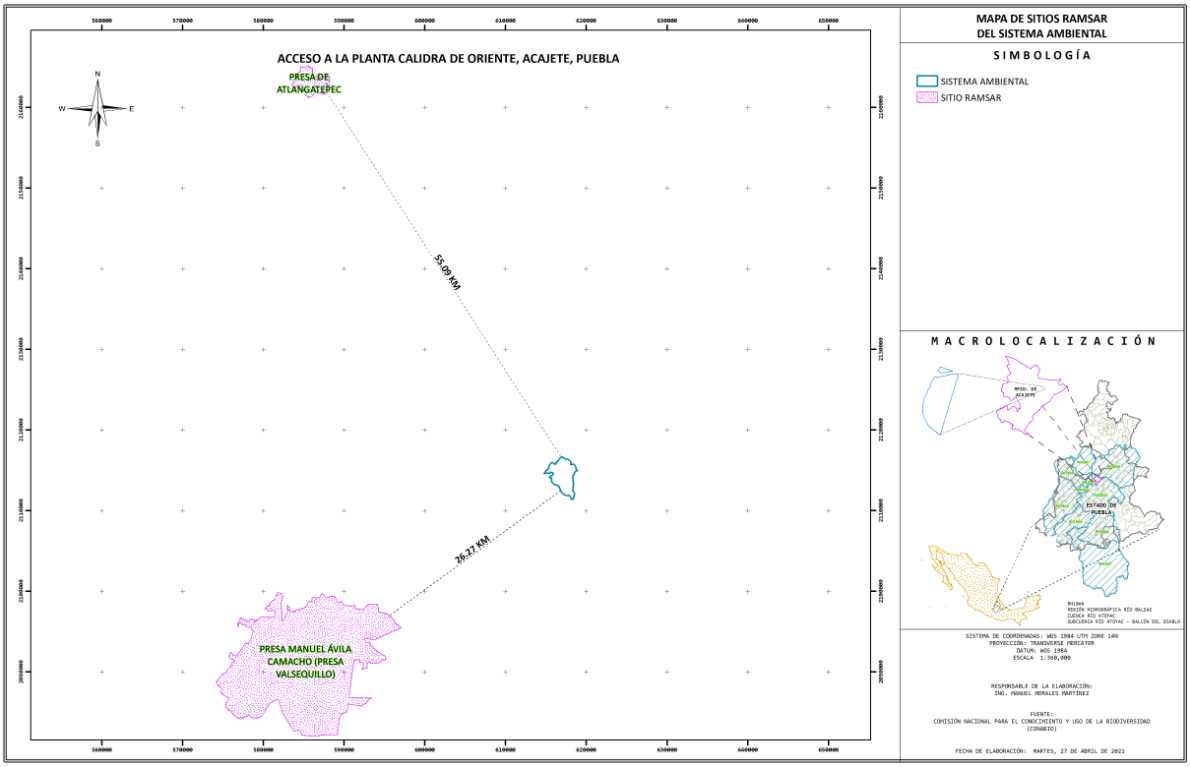


Figura IV.74. Sitios Ramsar cercanos

IV.3.1.2.2 FAUNA

INTRODUCCIÓN

Todas las especies nativas en conjunto (fauna y flora silvestres) componen la riqueza y diversidad de los ecosistemas, y forman parte del patrimonio natural de cada región. Por lo tanto, existe una estrecha relación entre los componentes bióticos de cada uno de los ecosistemas con la supervivencia y éxito tanto evolutivo como reproductivo de la fauna silvestre; es decir, la preservación de uno implica la preservación del otro. Por ejemplo, tanto la fauna silvestre como la flora se encuentran estrechamente ligadas, ya que la presencia de las especies de fauna contribuye tanto a la dispersión de semillas, como al control de alguna plaga y llegan a ser indicio de un buen estado del ecosistema. Por lo tanto, la fauna cumple un papel tanto de biocontroladores como de bioindicadores (Bakkes *et. al*., 1994).

El territorio mexicano alberga áreas de mayor riqueza de especies de fauna silvestre y otras que poseen numerosos endemismos, las cuales varían por grupo taxonómico; tal es el caso del grupo de las aves, las cuales en la selva alta perennifolia y la selva baja caducifolia son las más ricas en número de especies, sin embargo, los bosques de pino-encino y los bosques mesófilos de montaña son las zonas que presentan más endemismos (Navarro *et al*., 2014). En el caso de los mamíferos, se reconoce que el Eje Neovolcánico Transversal es el sitio de mayor endemismos (Escalante *et al*., 2009) pero la ecorregión de bosques templados es la más rica en cuanto a número de especies totales (Sánchez-Cordero *et al*., 2014). Aun

cuando la herpetofauna ha sido poco estudiada, se sabe que existe una mayor riqueza de anfibios en algunos estados del sureste de México y mayor cantidad de endemismos sobre el Eje Neovolcánico Transversal (Parra-Olea *et al*., 2014); de manera similar que los anfibios, la mayor riqueza estudiada de reptiles se encuentra en estados del suroeste de México: Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

La riqueza biológica no sólo es un valor en sí misma, sino que representa un recurso que debe protegerse debido a que se ve sometida a numerosas amenazas (Edwards y Abivardi, 1998). Es innegable que el crecimiento poblacional en México y en el mundo genera demandas de infraestructura e insumos, es por ello que en todo el mundo se reconocen como los principales factores que amenazan la riqueza y el endemismo de las especies al cambio de uso de suelo, la explotación no racional de los recursos naturales y el cambio climático. Sin embargo, dado que las actividades humanas tienen que seguir desarrollándose, se busca el conocimiento y la protección de las especies de fauna silvestre.

Debido a la riqueza, vital importancia y amenazas a la fauna silvestre, en la actualidad la conservación y programas de protección a las especies ha aumentado de forma considerable. Ha aumentado también, la necesidad de conocer la composición específica de alguna región determinada ya sea por un fin de preservación o protección a las especies ante ciertas actividades antropogénicas que presenten un riesgo para la supervivencia y evolución de las mismas. Dentro de los programas que incluyen la protección a la fauna silvestre se encuentran las Manifestaciones de Impacto Ambiental, las cuales buscan identificar los impactos en los elementos que están relacionados con ella, tal como la fauna silvestre.

Particularmente, el estado de Puebla se encuentra situado en la parte centro-este de México, permitiéndole contar con una variedad de especies muy amplia e interesante, ya que alberga cuatro grandes provincias biogeográficas: la Sierra Madre Oriental, la Llanura Costera del Golfo Norte, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. En el municipio de Acajete del estado de Puebla donde se alberga el Área del Proyecto, se encuentran algunas zonas remanentes importantes de refugio de fauna como el Parque Nacional La Malinche y el cerro del Pinal; sin embargo, específicamente, la zona de interés es muy pequeña y presenta algunos signos de perturbación humana.

UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS A ESCALA ESPACIAL AMPLIA

La fauna silvestre corresponde a un componente de los ecosistemas con mayor relevancia, debido al rol ecológico que desempeña en el funcionamiento y dinámica ecosistémicos. Es por ello, que previo a describir y analizar a la fauna silvestre en las tres unidades de análisis (Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental (SA)), es importante revisar si tales áreas se encuentran dentro de una zona prioritaria para la conservación de fauna silvestre; por ejemplo, si las mencionadas unidades de análisis atraviesan alguna área de desplazamiento de especies (ruta migratoria) o incluso, si se encuentran dentro de un área, que por sus características óptimas de hábitat, disponibilidad de fuentes tróficas y excelente conectividad entre ecosistemas, corresponde a un corredor biológico.

a) Rutas migratorias de avifauna

La migración de las aves es uno de los ciclos naturales en los que cada año millones de aves realizan viajes de miles de kilómetros. Se estima que más de 200 especies de aves migratorias de larga distancia pasan por México; para estas aves migratorias, México es de vital importancia para lograr cumplir sus ciclos naturales.

Dentro del territorio nacional atraviesan cuatro de las rutas migratorias de avifauna, las cuales corresponden a:

1. Ruta oceánica del Pacífico
2. Ruta de la costa del Pacífico
3. Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas
4. Ruta del Valle de Mackenzie-Grandes lagos-Valle del Misisipi

Como se muestra en la figura siguiente, el AP, el AI y el SA NO se encuentran dentro de ninguna ruta migratoria de aves, por lo tanto, el desarrollo del proyecto no supone un obstáculo y/o afectación a dichas rutas migratorias.

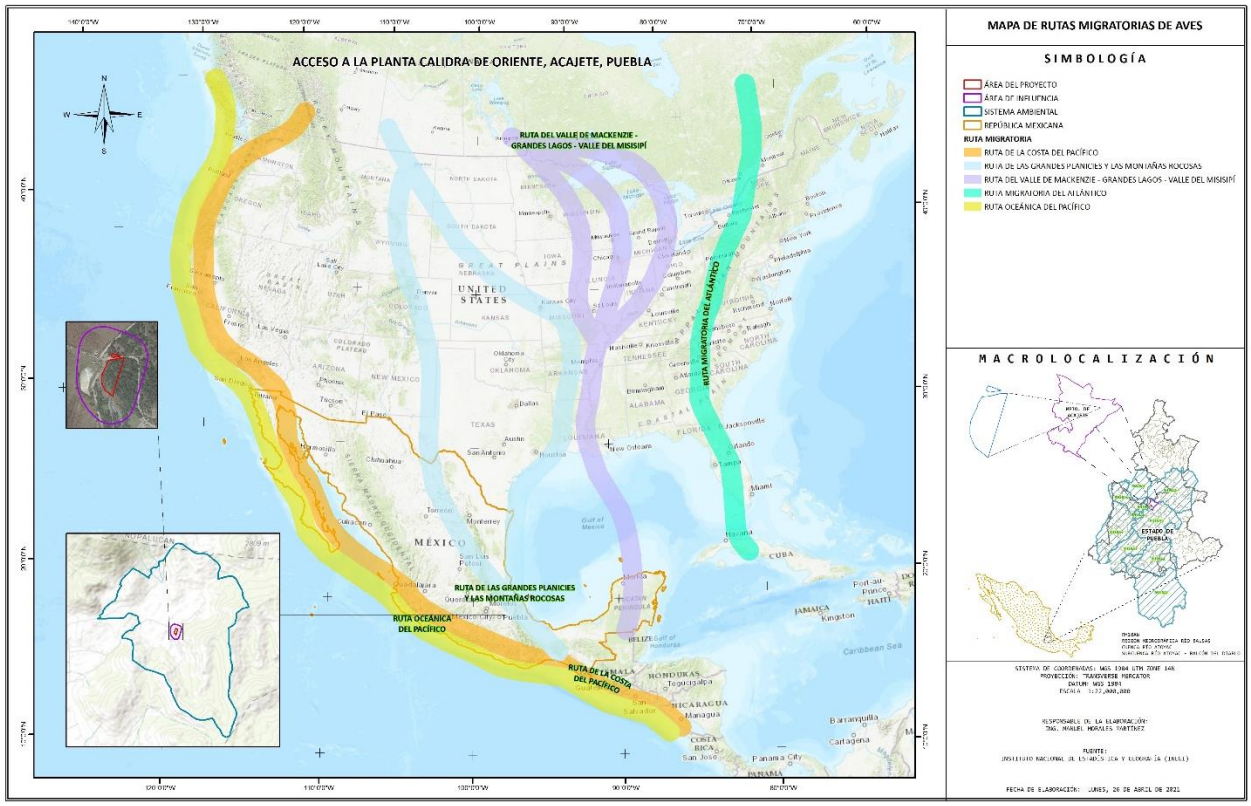


Figura IV.75. Rutas de vuelo de aves migratorias de América del Norte en relación al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental.

b) Corredores biológicos

Actualmente, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, asegurando el mantenimiento de la diversidad biológica, los procesos ecológicos y evolutivos"[2].

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

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

4. Corredor Sian Ka´an- Bala´an K´aax
5. Corredor Sierra Madre del Sur
6. Humedales costeros-Sierra de Huimanguillo
7. Oaxaca
8. Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta
9. Sierra de Tabasco

Como se muestra en la figura siguiente, el AP, el AI y el SA NO se encuentran dentro de ningún corredor biológico, por lo que se considera que no existe ninguna afectación ni amenaza del proyecto a dichas áreas.

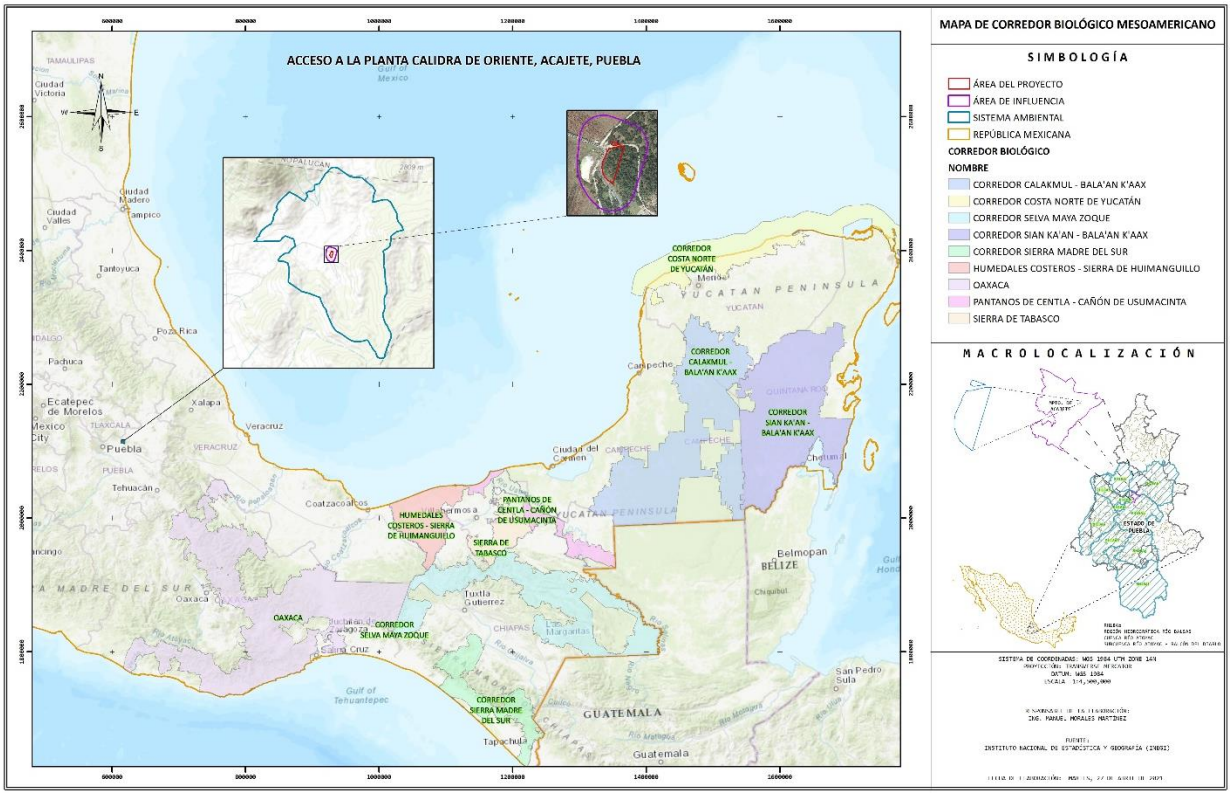


Figura IV.76. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental.

c) Áreas de conservación de especies

Las "Áreas de conservación de especies" corresponden a aquellas áreas identificadas para resguardo y protección de las especies. Dentro de estas se encuentran las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA`s).

El AP, el AI y el SA NO se encuentran dentro de alguna área de importancia para la conservación de especies y por lo tanto, el desarrollo del proyecto no afectaría a aquellas áreas de conservación.

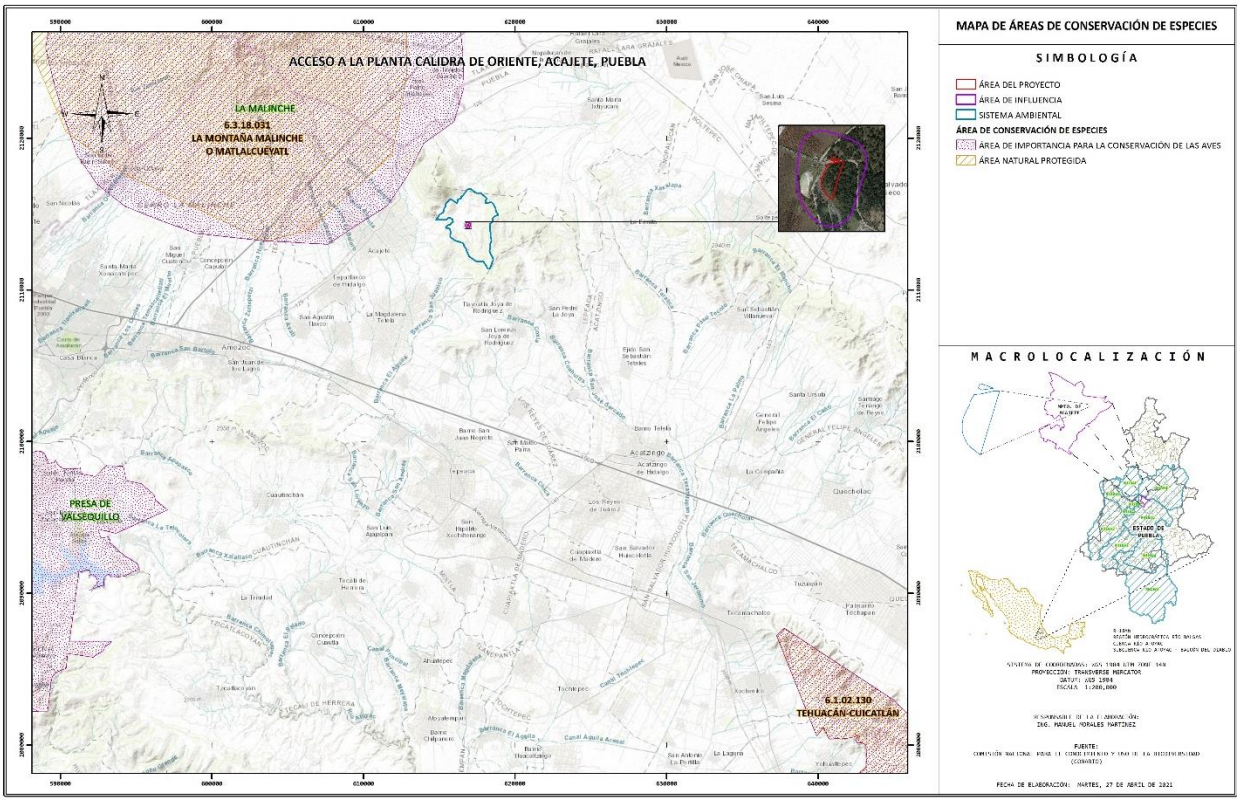


Figura IV.77. Áreas de conservación de especies con respecto al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental.

d) Hábitats disponibles de fauna silvestre

La información disponible sobre los hábitats potenciales del AP consistió en verificar la cercanía de las unidades de análisis a cuerpos de agua, corrientes de agua y tipos de vegetación, cuyos recursos disponibles contribuyen a la agrupación de especies de fauna silvestre proporcionándoles áreas de refugio, anidación y reproducción.

El uso de suelo y vegetación del SA de acuerdo a la Serie VI de INEGI es variado pero dentro del AP se encuentra asignado bosque de encino-pino, tal como se corroboró en campo. La vegetación encontrada en el AP si tiene por sí sola el potencial de albergar una buena cantidad de especies sobretodo de endemismos pero de acuerdo al tamaño del área, dicha vegetación pierde casi todo su potencial para contener gran cantidad de fauna tal como también se corroboró en campo. Además de lo anterior, en la zona del AP no existen cuerpos de agua ni corrientes. Por lo tanto, no existen buenas condiciones que pudieran servir como microhábitats especialmente para mamíferos y reptiles, y de esta forma se considera que no existe mayor afectación a la fauna a causa del proyecto.

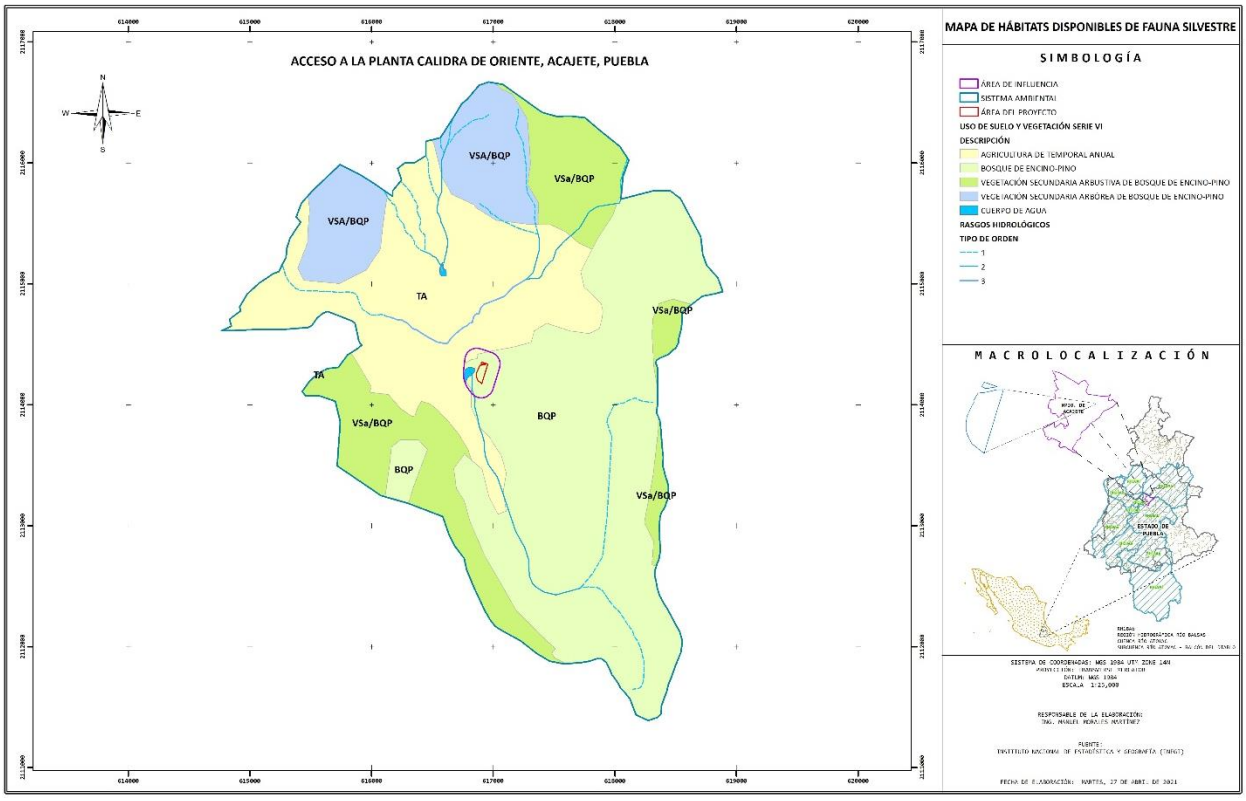


Figura IV.78. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al Área del Proyecto, al Área de Influencia y al Sistema Ambiental.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LAS ESPECIES

Para cada una de las especies pertenecientes a los grupos faunísticos de interés, avifauna, mastofauna y herpetofauna, se manejaron algunos atributos que permitan describir y considerar la importancia ecológica que representan cada una en el ecosistema y/o hábitat en el cual fueron registradas. A continuación se presentan los atributos considerados:

I. ESTATUS DE RIESGO DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010
II. ESTATUS DE RIESGO IUCN
III. ESTATUS DE RIESGO CITES
IV. TENDENCIA POBLACIONAL
V. CATEGORÍA DE RESIDENCIA
VI. CATEGORÍA DE ENDEMISMO

I. ESTATUS DE RIESGO DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010:

Para los tres grupos de fauna silvestre (aves, mamíferos y reptiles/anfibios) se especificó la categoría de protección de acuerdo a la norma:

1.- Probablemente extinta en el medio silvestre (E). Especies nativas de México cuyos ejemplares en vida libre 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.

2.- En peligro de extinción (P). Especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el país han disminuido considerablemente, a tal grado que se pone en riesgo su viabilidad biológica en todo su

hábitat natural.

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

4.- Sujeta a protección especial (Pr). Especies con riesgo a ser amenazadas por factores negativos hacia su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación.

II. ESTATUS DE RIESGO IUCN:

Se utilizaron las siguientes categorías de riesgo de acuerdo a la IUCN[3]:

1.- Extinta (EX). Se considera extinta a una especie a partir del instante en que muere el último individuo de esta.

2.- 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.

3.- 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".

4.- En peligro (EN). Esta categoría se considera para aquella especie cuyos miembros están en peligro de desaparecer.

5.- Vulnerable (VU). Una especie es identificada en esta categoría cuando tras ser evaluada presenta una probabilidad alta de ser "especie en peligro de extinción".

6.- 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.

7.- 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.

8.- Datos insuficientes (DD). No existe información adecuada sobre la especie para hacer una evaluación del riesgo de extinción.

9.- No evaluado (NE). El estado de conservación de la especie aún no ha sido evaluado por la IUCN.

III. ESTATUS DE RIESGO CITES:

Las categorías de riesgo en el listado de la CITES[4] incluyen:

1.- 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.

2.- 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

[3] IUCN (en español: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2021. The IUCN Red List of Threatened Species (Lista roja de especies amenazadas de la IUCN). Versión 2020-3. Obtenido de: https://www.iucnredlist.org.
[4] CITES (en español: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2021. Lista de especies CITES. Obtenido de: http://checklist.cites.org/#/es.

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.

3.- 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.

IV. TENDENCIA POBLACIONAL:

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN[5] maneja las siguientes categorías:

1.- Creciente. Una tendencia poblacional creciente, es aquella en la cual la densidad de las poblaciones de las especies se encuentra en aumento; además, las especies que presentan dicha tendencia, al mismo tiempo tienen una distribución amplia que les permite establecerse con éxito en la mayoría de los hábitats.

2.- Decreciente. Una tendencia poblacional decreciente, se refiere a aquella en la cual las poblaciones de las especies se encuentran asociadas a una fuente trófica y/o hábitat en específico que condiciona su distribución; por lo tanto, cualquier alteración o fragmentación del mismo pone en riesgo su densidad poblacional, además de ser especies que en la actualidad se encuentran bajo amenaza.

3.- Estable. Una tendencia poblacional estable, ocurre cuando la tasa de natalidad y mortalidad se encuentran en equilibrio. Por lo tanto, la densidad de las especies se encuentra relativamente estable.

4.- Desconocido. Una tendencia poblacional desconocida, se refiere como su nombre lo indica, cuando no se conoce la dinámica poblacional de las especies, ya sea por los pocos estudios que se han realizado al respecto o, incluso porque las especies son raras y/o poco comunes en la naturaleza.

V. CATEGORÍA DE RESIDENCIA:

En el atributo de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas clases utilizando información publicada en literatura especializada (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). Dicho atributo solamente aplica para el caso exclusivo de las especies de aves. Las categorías empleadas fueron las siguientes:

1.- Residentes (R). Especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.

2.- Migratorias de Invierno (MI). Especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y en el sur, por lo general en los meses de septiembre y abril.

3.- Migratorias de Verano (MV). Especies que se encuentran en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre.

4.- 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.

VI. CATEGORÍA DE ENDEMISMO:

En lo referente al endemismo, se utilizaron las siguientes clasificaciones:

1.- Endémicas (EN). Especies cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos de México.

[5] IUCN (en español: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2021. The IUCN Red List of Threatened Species (Lista roja de especies amenazadas de la IUCN). Versión 2020-3. Obtenido de: https://www.iucnredlist.org.

2.- Semiendémicas (SE). Incluyen a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.

3.- Cuasiendémicas (CE). Son aquellas cuyas áreas de distribución se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino debido a la continuidad de los hábitats.

4.- Exóticas (Exo). Aquellas especies que han sido introducidas a un hábitat ajeno al suyo e incluso, introducidas a sitios cuyo rango de distribución no corresponde al original o natural.

Aunque la superficie que ocupa el SA es relativamente pequeña, en los alrededores pudiera existir fauna que pudiera atravesar las unidades de análisis, y por tanto, se recurre a la consulta bibliográfica de tal manera que se pueda obtener un panorama más completo en cuanto a la composición específica de cada grupo estudiado.

LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES

LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES

La fuente consultada principal para determinar la fauna silvestre potencial en el SA fue del Geoportal de la CONABIO[6] pero también se incluyeron de otras fuentes bibliográficas secundarias. A continuación se presentan los listados potenciales correspondientes a avifauna, mastofauna y herpetofauna de acuerdo a las fuentes consultadas:

AVIFAUNA

Cuadro IV.111. Listado potencial de avifauna en el Sistema Ambiental. Pr (Sujeta a protección especial), LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada).

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
1	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Cooper's Hawk, Gavilán de Cooper	**Pr**	LC	**Apéndice II**
2	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pecho canela, Gavilán pecho rufo, Sharp-shinned Hawk	**Pr**	LC	**Apéndice II**
3	Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Rusty Sparrow, Zacatonero canelo, Zacatonero rojizo	-	LC	-
4	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Rufous-crowned Sparrow, Zacatonero corona canela, Zacatonero corona rufa	-	LC	-
5	Motacillidae	*Anthus rubescens*	American Pipit, Bisbita de agua, Bisbita norteamericana	-	LC	-
6	Caprimulgidae	*Antrostomus arizonae*	Mexican Whip-poor-will, Tapacaminos cuerporruín mexicano	-	LC	-

[6] CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2021. Portal de geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Obtenido de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
7	Corvidae	*Aphelocoma ultramarina*	Chara pecho gris neovolcánica, Chara transvolcánica, Transvolcanic Jay	-	LC	-
8	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar, Woodhouse's Scrub-Jay	-	-	-
9	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca, Great Egret	-	LC	-
10	Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Atlapetes gorra rufa, Rascador gorra canela, Rufous-capped Brushfinch	-	LC	-
11	Scolopacidae	*Bartramia longicauda*	Upland Sandpiper, Zarapito ganga	-	LC	-
12	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra canela, Chipe gorra rufa, Rufous-capped Warbler	-	LC	-
13	Trochilidae	*Basilinna leucotis*	White-eared Hummingbird, Zafiro oreja blanca, Zafiro orejas blancas	-	LC	**Apéndice II**
14	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Cattle Egret, Garza ganadera	-	LC	-
15	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, Red-tailed Hawk	-	LC	**Apéndice II**
16	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Pectoral Sandpiper, Playero pectoral	-	LC	-
17	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra, Wilson's Warbler	-	LC	-
18	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo, Red Warbler	-	LC	-
19	Cathartidae	*Cathartes aura*	Turkey Vulture, Zopilote aura	-	LC	-
20	Turdidae	*Catharus guttatus*	Hermit Thrush, Zorzal cola canela, Zorzal cola rufa	-	LC	-
21	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Swainson's Thrush, Zorzal de Swainson, Zorzal de anteojos	-	LC	-
22	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Canyon Wren, Chivirín barranqueño, Saltapared barranqueño	-	LC	-
23	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío, Killdeer	-	LC	-
24	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera, Carpintero de pechera común, Northern Flicker	-	LC	-
25	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica, Rock Pigeon	-	LC	-
26	Columbidae	*Columbina inca*	Inca Dove, Tortolita cola larga, Tórtola cola larga	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
27	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Greater Pewee, Papamoscas José María, Pibí tengofrío	-	LC	-
28	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del oeste, Pibí occidental, Western Wood-Pewee	-	LC	-
29	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Broad-billed Hummingbird, Colibrí pico ancho	-	LC	**Apéndice II**
30	Thraupidae	*Diglossa baritula*	Cinnamon-bellied Flowerpiercer, Picaflor canelo, Picochueco vientre canela	-	LC	-
31	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano, Ladder-backed Woodpecker	-	LC	-
32	Picidae	*Dryobates villosus*	Carpintero albinegro mayor, Carpintero velloso-mayor, Hairy Woodpecker	-	-	-
33	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta pie-dorado, Garza dedos dorados, Snowy Egret	-	LC	-
34	Tyrannidae	*Empidonax fulvifrons*	Buff-breasted Flycatcher, Mosquero pecho leonado, Papamoscas pecho canela	-	LC	-
35	Tyrannidae	*Empidonax oberholseri*	Dusky Flycatcher, Mosquero oscuro, Papamoscas matorralero	-	LC	-
36	Tyrannidae	*Empidonax occidentalis*	Cordilleran Flycatcher, Mosquero barranqueño, Papamoscas amarillo barranqueño	-	LC	-
37	Tyrannidae	*Empidonax traillii*	Mosquero saucero, Papamoscas saucero, Willow Flycatcher	-	LC	-
38	Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda, Horned Lark	-	LC	-
39	Falconidae	*Falco sparverius*	American Kestrel, Cernícalo americano	-	LC	**Apéndice II**
40	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño, Greater Roadrunner	-	LC	-
41	Parulidae	*Geothlypis nelsoni*	Hooded Yellowthroat, Mascarita matorralera	-	LC	-
42	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Common Yellowthroat, Mascarita común	-	LC	-
43	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	House Finch, Pinzón mexicano	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
44	Troglodytidae	*Henicorhina leucophrys*	Chivirín pecho gris, Gray-breasted Wood-Wren, Saltapared pecho gris	-	LC	-
45	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Black-necked Stilt, Candelero americano, Monjita americana	-	-	-
46	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Barn Swallow, Golondrina tijereta	-	LC	-
47	Icteridae	*Icterus abeillei*	Black-backed Oriole, Bolsero dorsioscuro, Calandria flancos negros	-	LC	-
48	Icteridae	*Icterus parisorum*	Bolsero tunero, Calandria tunera, Scott's Oriole	-	LC	-
49	Icteridae	*Icterus wagleri*	Black-vented Oriole, Bolsero de Wagler, Calandria de Wagler	-	LC	-
50	Passerellidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre, Yellow-eyed Junco	-	LC	-
51	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Blue-throated Hummingbird, Colibrí garganta azul	-	LC	**Apéndice II**
52	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Alcaudón verdugo, Loggerhead Shrike, Verdugo americano	-	**NT**	-
53	Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe corona naranja, Chipe oliváceo, Orange-crowned Warbler	-	LC	-
54	Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris, Chipe de coronilla, Nashville Warbler	-	LC	-
55	Furnariidae	*Lepidocolaptes affinis*	Spot-crowned Woodcreeper, Trepatroncos corona punteada	-	LC	-
56	Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Guajolote norteño, Wild Turkey	-	LC	-
57	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln, Lincoln's Sparrow	-	LC	-
58	Passerellidae	*Melozone fusca*	Canyon Towhee, Rascador viejita, Toquí pardo	-	LC	-
59	Parulidae	*Mniotilta varia*	Black-and-white Warbler, Chipe trepador	-	LC	-
60	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Bronzed Cowbird, Tordo ojos rojos	-	LC	-
61	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Brown-backed Solitaire, Clarín jilguero	**Pr**	LC	-
62	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Chipe de montaña, Pavito alas negras, Slate-throated Redstart	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
63	Parulidae	*Myioborus pictus*	Chipe ala blanca, Painted Redstart, Pavito alas blancas	-	LC	-
64	Parulidae	*Oreothlypis superciliosa*	Chipe cejas blancas, Crescent-chested Warbler, Parula ceja blanca	-	LC	-
65	Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Striped Sparrow, Zacatonero rayado, Zacatonero serrano	-	LC	-
66	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión casero, Gorrión doméstico, House Sparrow	-	LC	-
67	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero, Savannah Sparrow	-	LC	-
68	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Blue Grosbeak, Picogordo azul	-	LC	-
69	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul, Indigo Bunting	-	LC	-
70	Peucedramidae	*Peucedramus taeniatus*	Ocotero enmascarado, Olive Warbler	-	LC	-
71	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Black-headed Grosbeak, Picogordo tigrillo	-	LC	-
72	Passerellidae	*Pipilo erythrophthalmus*	Eastern Towhee, Toquí pinto	-	LC	-
73	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado, Spotted Towhee, Toquí moteado	-	LC	-
74	Cardinalidae	*Piranga flava*	Hepatic Tanager, Piranga encinera, Tangara encinera	-	-	-
75	Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano, Mexican Chickadee	-	LC	-
76	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Blue-gray Gnatcatcher, Perlita azulgris	-	LC	-
77	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Bushtit, Sastrecillo	-	LC	-
78	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris, Gray Silky-flycatcher	-	LC	-
79	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal, Papamoscas cardenalito, Vermilion Flycatcher	-	LC	-
80	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Great-tailed Grackle, Zanate mayor	-	LC	-
81	Regulidae	*Regulus calendula*	Reyezuelo de rojo, Reyezuelo matraquita, Ruby-crowned Kinglet	-	LC	-
82	Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Broad-tailed Hummingbird, Zumbador cola ancha	-	LC	**Apéndice II**
83	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado, Hooded Warbler	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
84	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe coronado, Chipe rabadilla amarilla, Yellow-rumped Warbler	-	LC	-
85	Parulidae	*Setophaga fusca*	Blackburnian Warbler, Chipe garganta naranja	-	LC	-
86	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Black-throated Gray Warbler, Chipe negrogris	-	LC	-
87	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla, Hermit Warbler	-	LC	-
88	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo, Yellow Warbler	-	LC	-
89	Parulidae	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend, Chipe negroamarillo, Townsend's Warbler	-	LC	-
90	Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul, Western Bluebird	-	LC	-
91	Picidae	*Sphyrapicus varius*	Carpintero moteado, Chupasavia maculado, Yellow-bellied Sapsucker	-	LC	-
92	Fringillidae	*Spinus pinus*	Jilguerito pinero, Jilguero pinero, Pine Siskin	-	LC	-
93	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico, Jilguero dominico, Lesser Goldfinch	-	LC	-
94	Passerellidae	*Spizella atrogularis*	Black-chinned Sparrow, Gorrión barba negra	-	LC	-
95	Passerellidae	*Spizella pallida*	Clay-colored Sparrow, Gorrión pálido	-	LC	-
96	Passerellidae	*Spizella passerina*	Chipping Sparrow, Gorrión cejas blancas	-	LC	-
97	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas, Northern Rough-winged Swallow	-	LC	-
98	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Eurasian Collared-Dove, Paloma de collar turca, Tórtola de collar	-	LC	-
99	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar, Violet-green Swallow	-	LC	-
100	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Bewick's Wren, Chivirín cola oscura, Saltapared cola larga	-	LC	-
101	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo, Curve-billed Thrasher	-	LC	-
102	Mimidae	*Toxostoma ocellatum*	Cuicacoche moteado, Ocellated Thrasher	-	LC	-
103	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chivirín saltapared, House Wren, Saltapared común	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
104	Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo garganta blanca, White-throated Thrush	-	LC	-
105	Turdidae	*Turdus migratorius*	American Robin, Mirlo primavera	-	LC	-
106	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela, Mirlo dorso rufo, Rufous-backed Robin	-	LC	-
107	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Cassin's Kingbird, Tirano chibiú, Tirano gritón	-	LC	-
108	Vireonidae	*Vireo cassinii*	Cassin's Vireo, Vireo de Cassin	-	LC	-
109	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Hutton's Vireo, Vireo reyezuelo	-	LC	-
110	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas, White-winged Dove	-	LC	-
111	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota común, Mourning Dove, Paloma huilota	-	LC	-

*Las filas seleccionadas de aves, tienen mayor potencial de encontrarse en el Sistema Ambiental del proyecto.

MASTOFAUNA

Cuadro IV.112. Listado potencial de mastofauna en el Sistema Ambiental. A (Amenazada), LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazada).

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
1	Cricetidae	*Baiomys taylori*	Northern pygmy mouse, Ratón de campo, Ratón pigmeo, Ratón pigmeo norteño	-	LC	-
2	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	LC	-
3	Vespertilionidae	*Corynorhinus mexicanus*	Big eared bats, Mexican big-eared bat, Murciélago, Murciélago mula mexicano, Murciélago orejón, Sopichí	-	**NT**	-
4	Geomyidae	*Cratogeomys fulvescens*		-	LC	-
5	Soricidae	*Cryptotis mexicana*	Mexican small-eared shrew, Musaraña, Musaraña orejillas mexicana	-	LC	-
6	Heteromyidae	*Heteromys irroratus*	Mexican spiny pocket mouse, Quimichin, Ratón de abazones, Ratón espinoso, Ratón espinoso mexicano	-	LC	-
7	Vespertilionidae	*Myotis melanorhinus*		-	LC	-
8	Cricetidae	*Neotomodon alstoni*	Rata de campo, Ratón de volcán, Volcano mouse	-	LC	-
9	Cricetidae	*Oligoryzomys fulvescens*	Pygmy rice rat, Rata arrocera pigmea, Ratón de campo	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
10	Cricetidae	*Peromyscus difficilis*	Chikúri, Ratón, Ratón de campo, Ratón de roca, Rock mouse, Southern rock deermouse	-	LC	-
11	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Chikúri, Ratón, Ratón de campo, Ratón de patas blancas, White-footed deermouse, White-footed mouse	-	LC	-
12	Cricetidae	*Peromyscus levipes*	La Malinche mouse, Ratón de La Malinche, Ratón de campo	-	LC	-
13	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Deermouse, Ratón de campo, Ratón norteamericano, Ratón venado	-	LC	-
14	Cricetidae	*Reithrodontomys megalotis*	Ratón, Ratón cosechero común, Ratón de campo, Sotóchi, Western harvest mouse	-	LC	-
15	Cricetidae	*Reithrodontomys sumichrasti*	Ratón cosechero de Sumichrast, Ratón de campo, Sumichrast's harvest mouse	-	LC	-
16	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*	Hispid cotton rat, Rata algodonera crespa, Rata cañera	-	LC	-
17	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	-	LC	-
18	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	LC	-
19	Mustelidae	*Taxidea taxus*	American badger, North American badger, Tejón, Tlalcoyote	**A**	LC	-
20	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Ripósi, Southern pocket gophers, Tuza, Tuza mexicana	-	LC	-
21	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	LC	-

*Las filas seleccionadas de mamíferos, tienen mayor potencial de encontrarse en el Sistema Ambiental del proyecto.

HERPETOFAUNA

Cuadro IV.113. Listado potencial de herpetofauna en el Sistema Ambiental. Pr (Sujeta a protección especial), A (Amenazada), LC (Preocupación menor), EN (En peligro), VU (Vulnerable).

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
1	Anguidae	*Abronia graminea*	Escorpión arborícola de Tehuacán, Lagarto alicante terrestre, Terrestrial arboreal alligator lizard	**A**	**EN**	**Apéndice II**
2	Bufonidae	*Anaxyrus compactilis*	Plateau toad, Sapo de la meseta, Sapo de meseta	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
3	Plethodontidae	*Aquiloeurycea cephalica*	Babosa, Chunky false brook salamander, Tlaconete regordete	**A**	LC	-
4	Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante, Huico moteado gigante de la costa de Jalisco, Moteado	**Pr**	LC	-
5	Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Campeche, Lagartija	-	LC	-
6	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra nariz de pala del occidente, Culebra terrestre del centro	-	LC	-
7	Viperidae	*Crotalus intermedius*	Cascabel enana, Colcóatl, Mexican smallhead rattlesnake, Viborilla, Víbora cascabel enana, Víbora de cascabel, Víbora sorda	**A**	LC	-
8	Viperidae	*Crotalus ravus*	Mexican massasauga, Mexican pygmy rattlesnake, Palanca, Serpiente de cascabel pigmea, Víbora cascabel pigmea mexicana, Víbora de cascabel pigmea mexicana	**A**	LC	-
9	Hylidae	*Dryophytes eximius*	Mountain treefrog, Rana de árbol de montaña, Rana verde manchada, Ranita de montaña	-	LC	-
10	Ranidae	*Lithobates pustulosus*	Cascade frog, Otác, Rana de cascada, Rana de rayas blancas, Rana rayas blancas, White-striped frog, Ziix hax ano quiij	**Pr**	LC	-
11	Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Ajolote, Eslizón chato, Salamanquesa, Shortnose skink	-	LC	-
12	Plethodontidae	*Pseudoeurycea leprosa*	Leprous false brook salamander, Tlaconete dorado, Tlaconete leproso	**A**	LC	-
13	Phrynosomatidae	*Sceloporus aeneus*	Black-bellied bunchgrass lizard, Lagartija escamosa llanera, Llanerita, Southern bunchgrass lizard	-	LC	-
14	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Chintete de mezquite, Lagartija escamosa de mezquite, Lagartija espinosa del mezquital, Mezquite lizard	**Pr**	LC	-
15	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	-	LC	-

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRES COMUNES	ESTATUS NOM-059	ESTATUS IUCN	ESTATUS CITES
16	Phrynosomatidae	*Sceloporus megalepidurus*	Chintete, Lagartija escamosa escamas grandes, Large scales spiny lizard	**Pr**	**VU**	-
17	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Chintete, Chintete de grieta meridonial, Lagartija escamosa de grieta sureña, Southern crevise spiny lizard	-	LC	-
18	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija escamosa espinosa, Lagartija espinosa, Spiny lizard	-	LC	-
19	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	-	LC	-
20	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	-	LC	-
21	Natricidae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua, Culebra de agua nómado mexicano, Culebra listonada del sur Mexicano, Southern Mexico garder snake	**A**	LC	-
22	Plethodontidae	*Thorius narisovalis*	Cerro San Felipe pigmy salamander, Salamandra pigmea de San Felipe	**Pr**	**EN**	-

*Las filas seleccionadas de reptiles/anfibios, tienen mayor potencial de encontrarse en el Sistema Ambiental del proyecto.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS

AVIFAUNA

Conteo por puntos

El conteo por puntos es una técnica que 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 10 m de radio. 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.

Debido a que el AP es reducido y a que las aves tienen mayor movilidad que otros grupos biológicos y solo estaban de paso, se diseñó un muestreo por puntos de conteo donde estos se evaluaron en distintos tiempos para evitar contar a las mismas aves [7,8], ya que dichos puntos de conteo estaban cercanos. Se registraron 3 puntos de conteo en el AP, cada uno de ellos tuvo un radio variable dependiendo el área

[7] De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., Gálvez, N., Hernández, F., Guarda, N., Altamirano, T. y Muñoz, A. 2013. Técnicas de monitoreo de fauna. En: De la Maza-Musalem, M. y Bonacic-Salas, C. (Eds.). Manual para el monitoreo de fauna en Chile. Serie Fauna Australis, pág. 56. Santiago de Chile, Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

[8] Ministerio del Ambiente. Guía de inventario de la fauna silvestre. 2015. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 83 pág.

circundante de vegetación que lo contenía; por lo tanto, se tuvo una superficie total muestreada de 0.3282 ha equivalentes al 33.93% del AP.

De manera similar al AP, en el AI se establecieron al azar 4 puntos de conteo. Cada punto de conteo tuvo un radio homogéneo de 17 m y por lo tanto, se tuvo una superficie total muestreada de 0.3612 ha equivalentes al 39.54% del AP.

Por su parte, los 5 puntos de conteo establecidos en el SA fueron distribuidos también al azar. Cada punto de conteo tuvo un radio homogéneo de 20 m y por lo tanto, se tuvo una superficie total muestreada de 0.6250 ha equivalentes al 68.42% del AP.

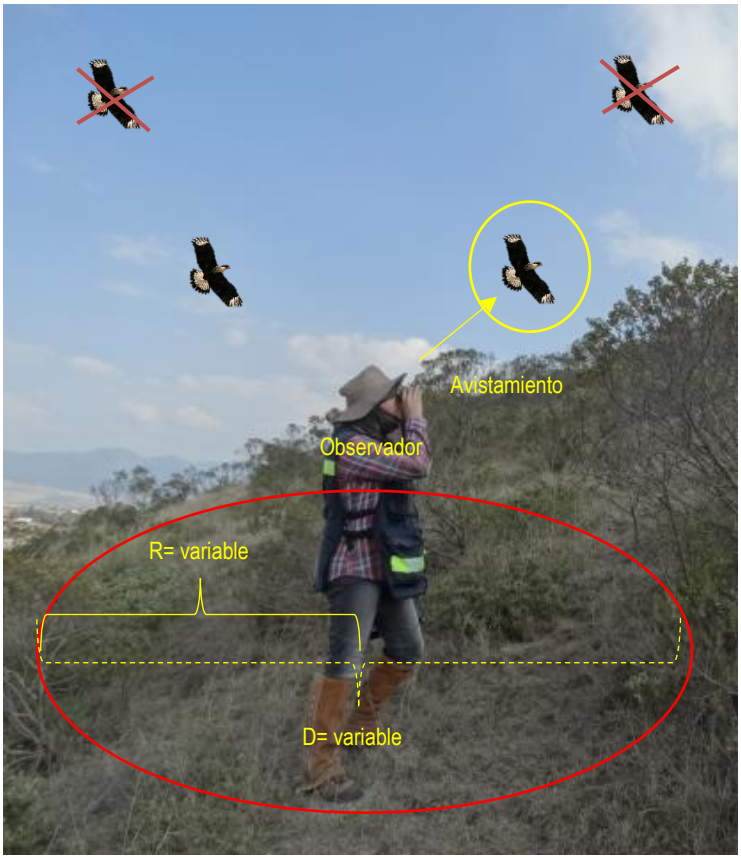


Figura IV.79. Ejemplo del establecimiento de un punto de conteo para la avifauna en las tres unidades de análisis.

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).

Debido a la importancia de los mamíferos y a que el área de cambio es relativamente pequeña que apenas pudiera ser al área mínima requerida para recorrer de un individuo de esta clase[9], el AP, fue recorrido en dos transectos centrales de 158 m y 36 m que tuvieron como límite (ancho y largo) la delimitación del mismo AP; por lo tanto, se recorrió la superficie total de cambio de 0.9135 ha.

De manera similar al AP, en el AI se establecieron al azar 2 transectos con una longitud de 200 m y un ancho de 25 m, y por lo tanto, se tuvo un área muestreada total de 1.0000 ha equivalente al 109.47% del AP.

Por su parte, los 3 transectos establecidos en el SA fueron distribuidos también al azar. Cada transecto tuvo una longitud de 150 m y un ancho de 25 m, y por lo tanto, se tuvo un área muestreada total de 1.1250 ha equivalentes al 123.15% del AP.

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 los recorridos 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 se inmoviliza la cabeza mediante un gancho herpetológico con el cual se presiona la cabeza contra el suelo en un lugar firme y se toma la parte posterior de la misma con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, y con la otra mano se sujeta el cuerpo (Gallina-Tessaro, 2011).

El muestreo para herpetofauna estuvo basado en los mismos transectos y sus características que para la mastofauna, buscando en cada microhábitat potencial la presencia de reptiles y anfibios.

[9] De la Maza, M. y Bonacic, C. (Eds.). 2013. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 202 p.

Figura IV.80. Ejemplo del establecimiento de un transecto para la mastofauna y herpetofauna en las tres unidades de análisis.

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 esta 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 (ver Adler y Lauenroth, 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.

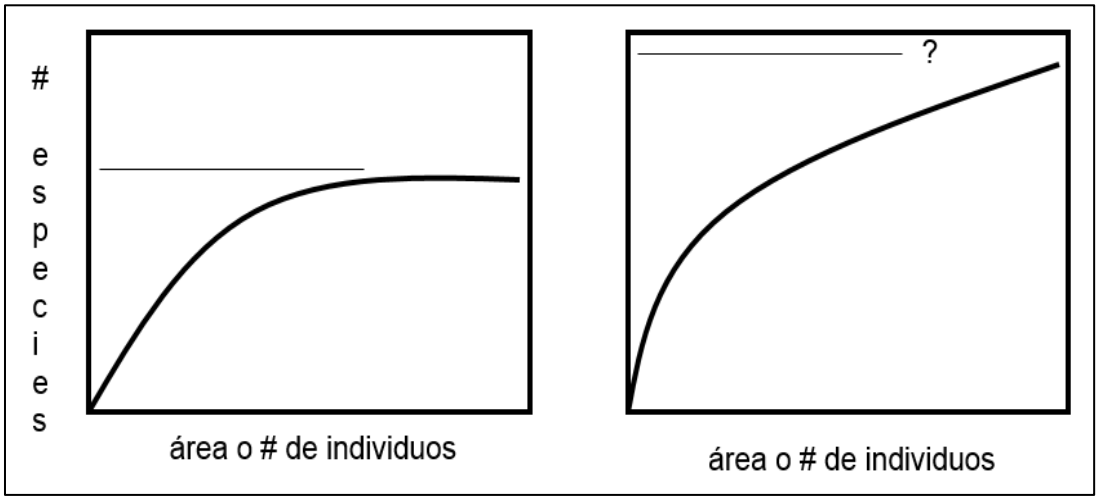


Figura IV.81. Curva de acumulación de especies.

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.

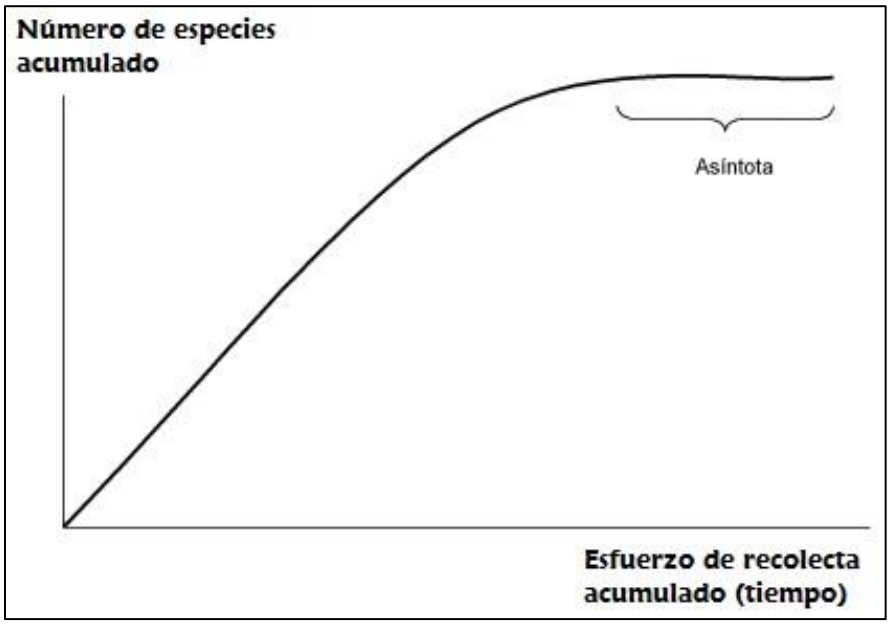


Figura IV.82. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

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.

CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN

Al construir una curva de acumulación de especies lo primero que debemos decidir es la manera en la que vamos a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados. En ciertas ocasiones, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rarificar y por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción.

Sin embargo, si queremos aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores, es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Halffter y Moreno, 2001). Las unidades de muestreo pueden ser horas de observación, número de trampas, etc.; otras veces son unidades más complejas, como las empleadas en Coddington *et al.* (1996), Toti *et al.* (2000) y Jiménez-Valverde y Lobo (2004), en donde cada unidad representa un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo, cada uno empleado durante un tiempo concreto y en ocasiones, por personas diferentes.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Para poder analizar a la fauna silvestre en el AP, AI y SA se consideró a la diversidad alfa medida por medio de la riqueza específica (cantidad de especies), métricas de diversidad y curvas de acumulación paramétricas. A continuación se describen las características más importantes de los análisis considerados:

1. Riqueza específica
   - Número de especies por muestreo
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. Esfuerzo de muestreo (curvas de acumulación de especies)
   - Método paramétrico

- Modelos logarítmico y potencial

⇒ **Índices de diversidad proporcional**

⇒ **Índice de Simpson modificado por Pielou (Dp)**

El índice de Simpson, expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y 1 (1-1/S).

$$D_P = \sum_{i=1}^{S} \left[\frac{ni\ (ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

ni= Número de individuos de la especie i en la muestra.

N= Número total de individuos en la muestra.

S= Número total de especies en la muestra.

No obstante, si las comunidades fueran infinitamente grandes jamás se podría capturar más allá de una pequeña fracción de su diversidad. Por ello, Pielou (1969) modificó el índice de Simpson para que sea aplicable a comunidades finitas.

⇒ **Índice de Shannon-Wiener (H´)**

El índice de Shannon-Wiener, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

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

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

ln = Logaritmo natural

⇒ **Índice de Margalef (D_{Mg})**

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.

$$^1D = Exp\,(H') = \exp\left[\sum_{n=1}^{S} Pi * \ln Pi\right]$$

^1D = 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

Para realizar algunos de los métodos estadísticos antes mencionados se recurrió al empleo de algunos softwares que permitan el cálculo de los mismos, uno de ellos es Estimates (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples) y Past 3.01.

MUESTREO REALIZADO EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS

A continuación se muestra el número de sitios de muestreo establecidos (puntos de conteo y transectos) en cada unidad de análisis (AP, AI y SA).

➢ **SISTEMA AMBIENTAL (SA)**

En el SA se establecieron 5 puntos de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna y herpetofauna se establecieron 3 transectos.

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas y la ubicación de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos en el SA:

Cuadro IV.114. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Sistema Ambiental.

Punto de conteo	Características		Coordenadas geográficas	
	Radio (m)	Superficie (ha)	X	Y
PC 1	20.00	0.1250	617074.79	2114432.85
PC 2	20.00	0.1250	617106.38	2114210.56
PC 3	20.00	0.1250	616978.48	2114054.22
PC 4	20.00	0.1250	616825.81	2114060.32
PC 5	20.00	0.1250	616714.03	2114252.80
TOTAL		**0.6250**		

Cuadro IV.115. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Sistema Ambiental.

Transecto	Características		Coordenadas geográficas			
			Inicio		Fin	
	Medidas (m)	Superficie (ha)	X	Y	X	Y
T 1	150x25	0.3750	617002.96	2114454.40	617146.63	2114411.30
T 2	150x25	0.3750	617161.05	2114261.91	617051.72	2114159.21
T 3	150x25	0.3750	616703.32	2114178.57	616724.74	2114327.03
TOTAL		**1.1250**				

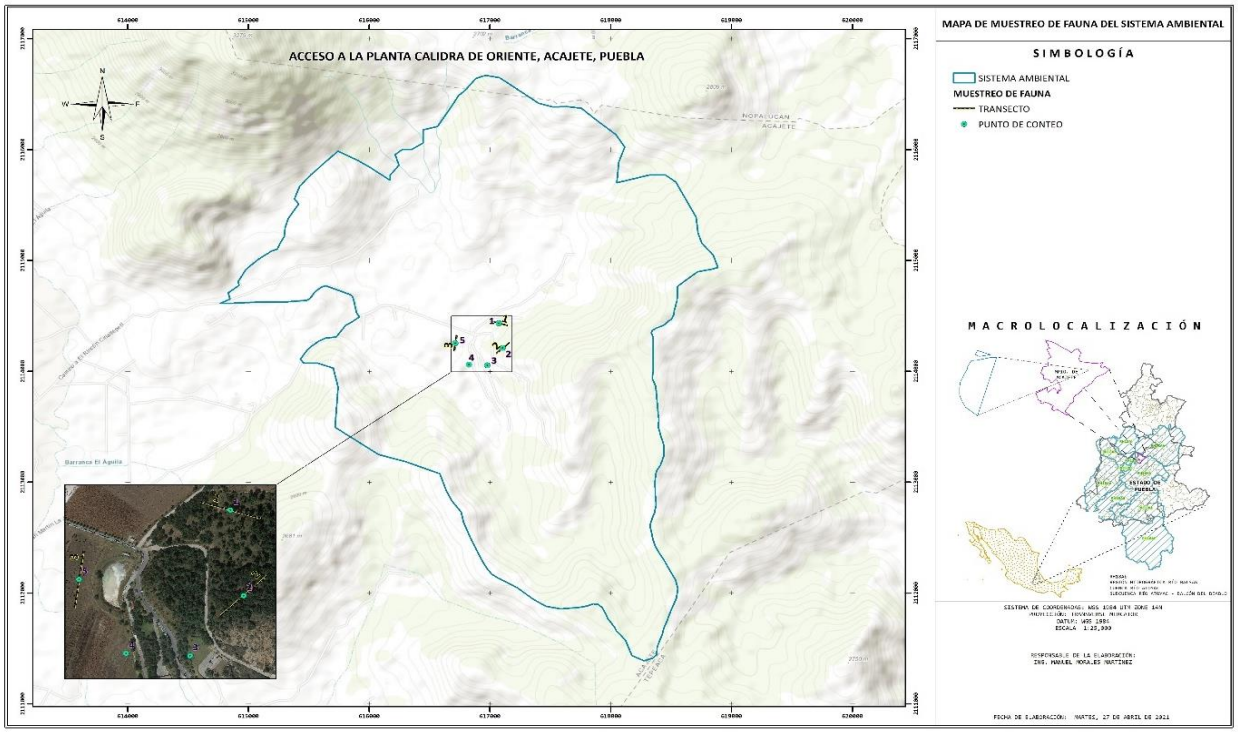


Figura IV.83. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en el Sistema Ambiental.

➢ ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

En el AI se establecieron 4 puntos de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna y herpetofauna se establecieron 2 transectos.

A continuación se muestran las coordenadas geográficas y la ubicación de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos en el AI:

Cuadro IV.116. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Área de Influencia.

Punto de conteo	Características		Coordenadas geográficas	
	Radio (m)	Superficie (ha)	X	Y
PC 1	17.00	0.0903	616943.43	2114393.54
PC 2	17.00	0.0903	616985.76	2114306.23
PC 3	17.00	0.0903	616946.07	2114172.62
PC 4	17.00	0.0903	616859.42	2114163.36
TOTAL		**0.3612**		

Cuadro IV.117. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Área de Influencia.

Transecto	Características		Coordenadas geográficas			
			Inicio		Fin	
	Medidas (m)	Superficie (ha)	X	Y	X	Y
T 1	200x25	0.5000	616975.64	2114141.26	616986.68	2114340.96
T 2	200x25	0.5000	616810.53	2114250.59	616908.31	2114076.12
TOTAL		**1.0000**				

Figura IV.84. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en el Área de Influencia.

➢ ÁREA DEL PROYECTO (AP)

En el AP se establecieron 3 puntos de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna y herpetofauna se establecieron 2 transectos.

A continuación se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos en el AP:

Cuadro IV.118. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el Área del Proyecto.

Punto de conteo	Características		Coordenadas geográficas	
	Radio (m)	Superficie (ha)	X	Y
PC 1	5.00	0.0078	616915.57	2114345.29
PC 2	25.00	0.1954	616906.60	2114292.59
PC 3	20.00	0.1250	616891.24	2114227.16
TOTAL		**0.3282**		

Cuadro IV.119. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el Área del Proyecto.

Transecto	Características		Coordenadas geográficas			
			Inicio		Fin	
	Medidas (m)	Superficie (ha)	X	Y	X	Y
T 1	36	0.0317	616940.32	2114343.19	616904.71	2114349.19
T 2	158	0.8818	616876.24	2114199.50	616956.08	2114335.66
TOTAL		**0.9135**				

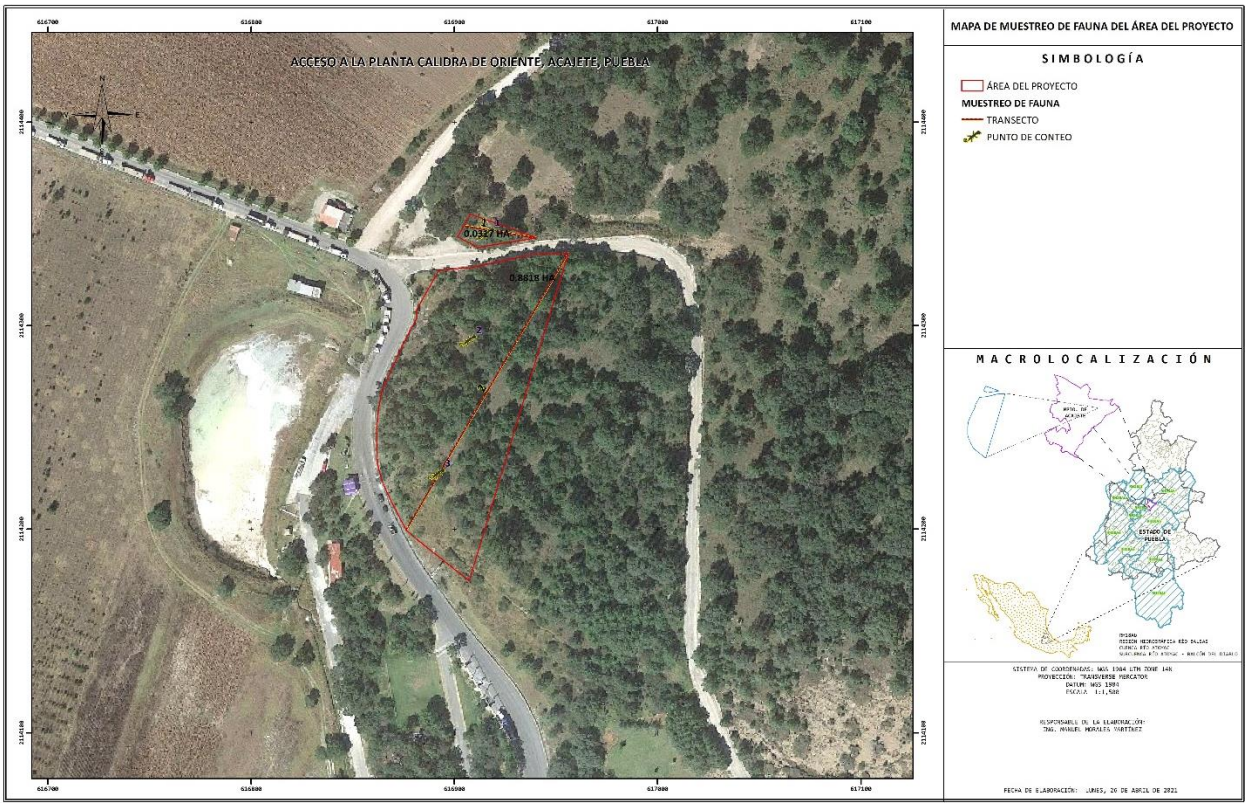


Figura IV.85. Ubicación de los puntos de conteo y transectos establecidos para la determinación de avifauna, mastofauna y herpetofauna en el Área del Proyecto.

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)
AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 5 puntos de conteo establecidos en el SA:

Cuadro IV.120. Especies de aves presentes en los puntos de conteo establecidos en el Sistema Ambiental. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor), MI (Migratoria de Invierno), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro), F (Frugívoro).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Estatus residencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Estrato	No. registros
1	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranqueño	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	Arbustivo	2
3	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	Arbustivo	15
5	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	LC	Decreciente	Nativa	R,MI	Abundante	Gregaria	I	Arbustivo	2
6	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	SC	LC	Estable	Nativa	R	Abundante	Solitario	I-G	Herbáceo	3
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	Decreciente	**Exótica-invasora**	R	Abundante	Gregaria	I-G	Arbustivo	5
8	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	SC	LC	Estable	Nativa	R,MI	Común	Solitario	I	Arbóreo	1
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	SC	LC	Creciente	Nativa	MI,R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	LC	Estable	Nativa	R	Común	Solitario	I	Arbóreo	2
11	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	SC	LC	Estable	Nativa	R	Común	Gregario	I	Arbustivo	1

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Estatus residencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Estrato	No. registros
12	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Común	Pareja	I	Arbustivo	4
13	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	SC	LC	Desconocido	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	3
14	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	SC	LC	Estable	Nativa	MI	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
15	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Común	Gregario	I-G	Arbustivo	2
16	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	SC	LC	Decreciente	Nativa	MI	Común	Solitario	I-G	Arbóreo	1
17	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	SC	LC	Creciente	Nativa	R, MI	Común	Gregario	I-G	Arbustivo	15
18	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	LC	Estable	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
19	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Abundante	Solitario	F-I	Herbáceo	1
20	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	SC	LC	Creciente	Nativa	R,MI	Abundante	Pareja	G-F	Arbustivo	2
Total													**64**

En el SA, se registraron 64 individuos de 20 especies de avifauna, de las cuales, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna especie de ave se encuentra en estatus amenazado a nivel global. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, el 40% de las especies presentan una tendencia poblacional decreciente o desconocida y el 60% restante presentan una tendencia poblacional favorable. Por otro lado, no se encontraron especies endémicas.

La mayoría de las especies de aves encontradas son residentes de México y solo dos son netamente migrantes. En general, la avifauna en la zona es abundante o común, son solitarios y presentan una dieta semi-variada, lo cual indica que pueden encontrarse tanto en el dosel de los árboles como que en algún momento dado frecuentan estratos inferiores en busca de alimento.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.121. Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Sistema Ambiental.

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA					
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	ni
1	*Catherpes mexicanus*	0	1	0	0	0	1
2	*Columbina inca*	0	0	0	1	1	2
3	*Contopus pertinax*	0	1	0	0	0	1
4	*Haemorhous mexicanus*	10	0	5	0	0	15

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA					
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	ni
5	*Hirundo rustica*	0	0	0	2	0	2
6	*Melozone fusca*	0	0	3	0	0	3
7	*Passer domesticus*	0	0	5	0	0	5
8	*Pipilo maculatus*	0	0	1	0	0	1
9	*Polioptila caerulea*	0	1	0	0	0	1
10	*Psaltriparus minimus*	0	0	2	0	0	2
11	*Ptiliogonys cinereus*	0	0	0	0	1	1
12	*Pyrocephalus rubinus*	0	0	4	0	0	4
13	*Setophaga coronata*	0	3	0	0	0	3
14	*Setophaga occidentalis*	0	1	0	0	0	1
15	*Spinus psaltria*	0	0	2	0	0	2
16	*Spizella pallida*	0	0	1	0	0	1
17	*Spizella passerina*	10	0	0	0	5	15
18	*Thryomanes bewickii*	0	1	0	0	0	1
19	*Toxostoma curvirostre*	0	0	0	1	0	1
20	*Zenaida asiatica*	0	0	0	0	2	2
N		**2**	**6**	**8**	**3**	**4**	**64**
Riqueza (S)							**4.60**
Desviación estándar							**2.41**
Max ni							**15**
Dominancia (D)							**0.23**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo; de esta manera se obtuvo un promedio de riqueza específica de aves en los 5 puntos de conteo establecidos de 4.60 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 23% en el SA. A continuación, se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el SA.

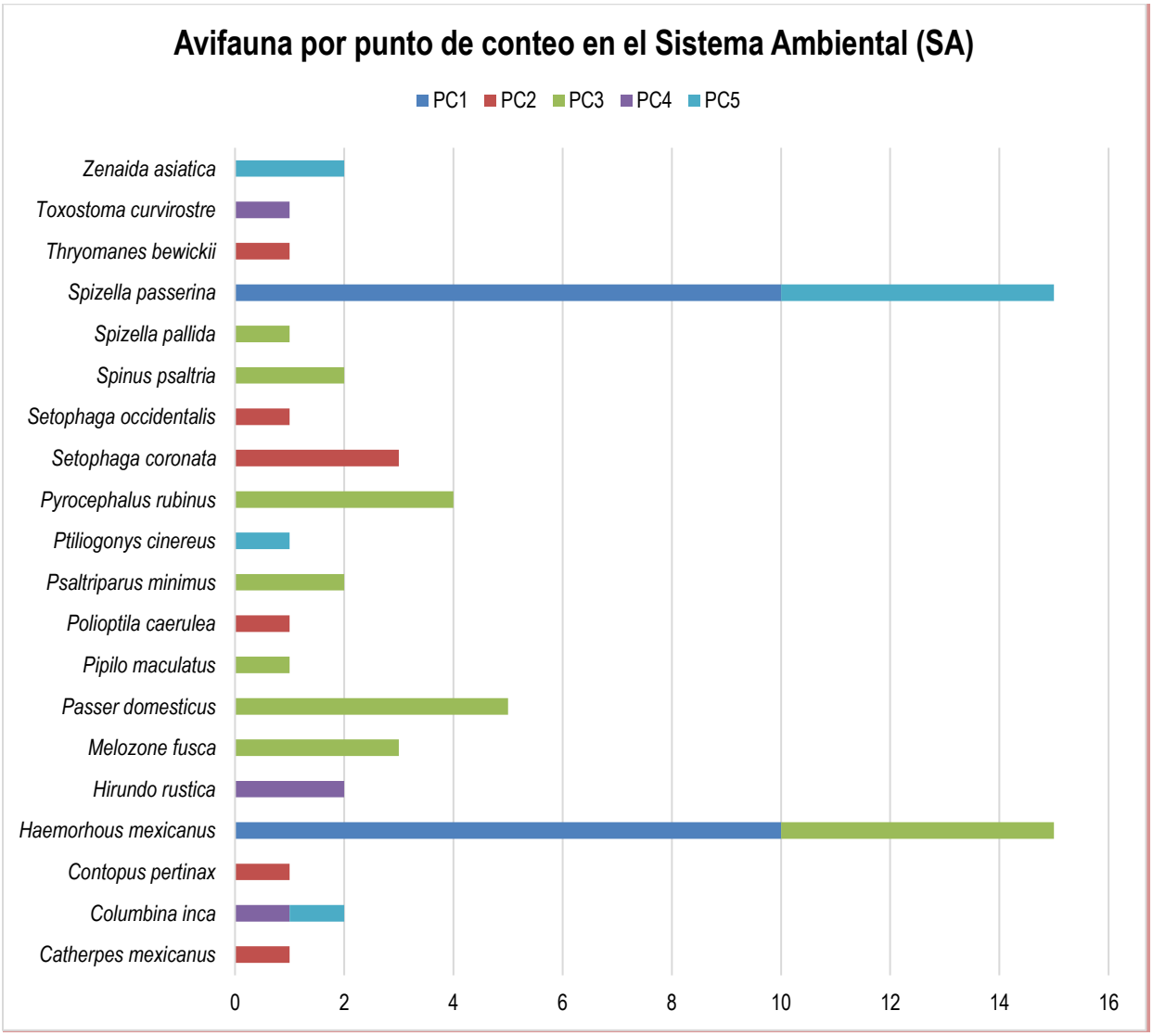


Figura IV.86. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registrados en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV.122. Riqueza específica de la avifauna en el Sistema Ambiental.

Familias	Géneros	Especies
13	18	20

De las 13 familias de avifauna registradas en el SA, siete de ellas fueron representadas por dos especies, el resto, solo por una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.123. 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	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranqueño	1	0	0	0.0000

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)
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	2	1	2	0.0005
3	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	1	0	0	0.0000
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	15	14	210	0.0521
5	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	1	2	0.0005
6	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	3	2	6	0.0015
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	4	20	0.0050
8	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	1	0	0	0.0000
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	1	0	0	0.0000
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	2	1	2	0.0005
11	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	1	0	0	0.0000
12	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	4	3	12	0.0030
13	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	3	2	6	0.0015
14	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	1	0	0	0.0000
15	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	2	1	2	0.0005
16	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	1	0	0	0.0000
17	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	15	14	210	0.0521
18	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	1	0	0	0.0000
19	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	1	0	0	0.0000
20	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2	1	2	0.0005
N							**64**
N (N-1)							**4032**
Dp							**0.12**
1-Dp							**0.88**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el SA, existe un 12% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 88% de que dos individuos sean de diferentes especies. Por lo tanto, la probabilidad de que dichos individuos sean de distinta especie es mayor, lo cual significa que existe una gran diversidad de avifauna en el SA.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.124. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna 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	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranqueño	1	0.0156	1.5625	0.0650
2	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	2	0.0313	3.1250	0.1083
3	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	1	0.0156	1.5625	0.0650
4	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	15	0.2344	23.4375	0.3400
5	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	0.0313	3.1250	0.1083

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
6	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	3	0.0469	4.6875	0.1435
7	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	0.0781	7.8125	0.1992
8	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	1	0.0156	1.5625	0.0650
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	1	0.0156	1.5625	0.0650
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	2	0.0313	3.1250	0.1083
11	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	1	0.0156	1.5625	0.0650
12	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	4	0.0625	6.2500	0.1733
13	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	3	0.0469	4.6875	0.1435
14	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	1	0.0156	1.5625	0.0650
15	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	2	0.0313	3.1250	0.1083
16	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión palido	1	0.0156	1.5625	0.0650
17	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	15	0.2344	23.4375	0.3400
18	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	1	0.0156	1.5625	0.0650
19	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	1	0.0156	1.5625	0.0650
20	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2	0.0313	3.1250	0.1083
20	**Total**			**64**	**1**	**100**	**2.466**
I. Shannon (H´)							**2.47**
H´ max = Ln S							**3.00**
JH´= H/Hmax							**0.82**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Sistema Ambiental). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 20 especies de avifauna registradas en el SA, dichas especies corresponderán a *Haemorhous mexicanus* y *Spizella passerina*, ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.125. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas en el Sistema Ambiental.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	20
Abundancia	64
DMg	**4.57**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de las aves es muy alta.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Cuadro IV.126. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Sistema Ambiental.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	20	18	20
Abundancia	64	64	64
I. Shannon – Wiener (H´)	2.466	2.294	2.684
^1D	11.78		

El SA presentó un número efectivo de especies de avifauna de 11.78, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (20) de 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). Dichos 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, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de avifauna presentes en el SA en función del muestreo en el mismo.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Cuadro IV.127. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Puntos	Especies acumuladas
PC 1	2
PC 2	8
PC 3	15
PC 4	18
PC 5	20

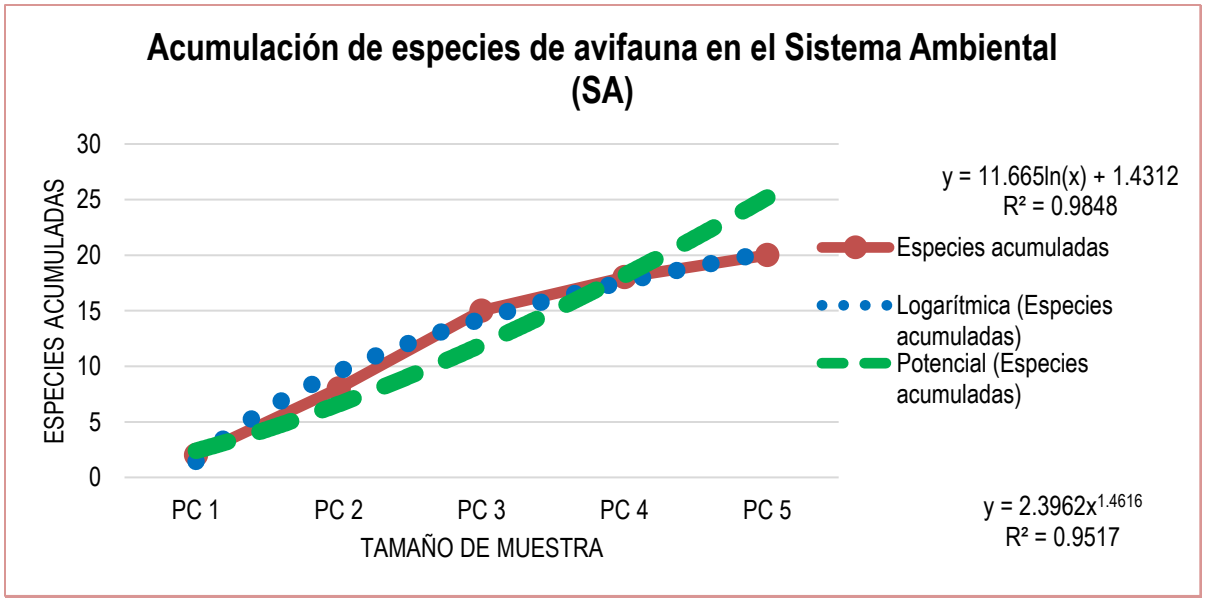


Figura IV.87. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.128. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
5	1.4312	11.665	20

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 20 especies de avifauna en el SA. Lo anterior indica que se registró el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 20 especies.

MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

Se encontraron en su mayoría evidencias indirectas sobre la presencia de mastofauna en los 3 transectos realizados en el SA. A continuación, se muestra el listado de las especies registradas:

Cuadro IV.129. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Sistema Ambiental. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
1	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	Solitario	Omnívoro	Regulador de poblaciones	1
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Granívoro	Equilibrio ecológico	3
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	Creciente	**Nativa-endémica**	Abundante	Solitario	Herbívoro	Equilibrio ecológico	3
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	Solitario	Herbívoro	Equilibrio ecológico	3
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Omnívoro	Regulador de poblaciones	1
Total												**11**

En el SA se registraron 11 individuos de 5 especies de mastofauna, de las cuales, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con grado de amenaza. Ninguna especie de mamífero se encuentra en algún estatus de riesgo a nivel global. En lo referente a la tendencia poblacional, todas presentan una tendencia creciente o estable. Por otro lado, solo se encontró una especie endémica.

En general, las especies de mastofauna se caracterizan por ser comunes; esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a las condiciones variadas de uso de suelo. Los organismos de dichas especies también se caracterizan por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados, lo que también les permite actualmente obtener comida de las áreas intervenidas por los humanos. 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 biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 mastofauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.130. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema Ambiental.

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
		T1	T2	T3	ni
1	*Canis latrans*	0	0	1	1
2	*Peromyscus maniculatus*	1	1	1	3
3	*Sylvilagus cunicularius*	1	1	1	3
4	*Sylvilagus floridanus*	1	1	1	3
5	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0	0	1
N		**4**	**3**	**4**	**11**
Riqueza (S)					**3.67**
Desviación estándar					**0.58**
Max ni					**3**
Dominancia (D)					**0.27**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el SA; de esta manera se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los 3 transectos establecidos de 3.67 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de mastofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 27% en el SA. A continuación, se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas en el SA.

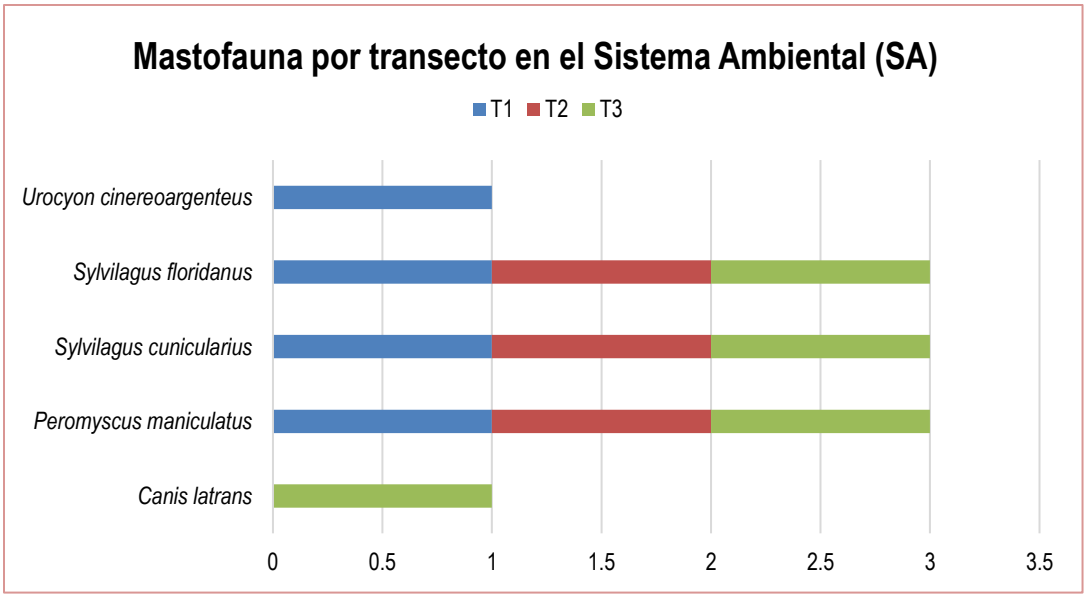


Figura IV.88. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV.131. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el Sistema Ambiental.

Familias	Géneros	Especies
3	4	5

De las 3 familias de mastofauna registradas en el SA, dos de ellas, fueron representadas por dos especies, la tercera solo por una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.132. 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	*Canis latrans*	Coyote	1	0	0	0.0000
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	3	2	6	0.0545
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	3	2	6	0.0545
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	3	2	6	0.0545
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0	0	0.0000
N							**11**
N (N-1)							**110**
Dp							**0.16**
1-Dp							**0.84**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el SA, existe un 16% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mastofauna. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 84% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.133. 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	*Canis latrans*	Coyote	1	0.0909	9.0909	0.2180
2	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	3	0.2727	27.2727	0.3543
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	3	0.2727	27.2727	0.3543
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	3	0.2727	27.2727	0.3543
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.0909	9.0909	0.2180
5	**Total**			**11**	**1**	**100**	**1.499**
I. Shannon (H´)							**1.50**
H´ max = Ln S							**1.61**
JH´= H/Hmax							**0.93**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Sistema Ambiental). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 5 especies de mastofauna registradas en el Sistema Ambiental, dichas especies corresponderán a *Peromyscus maniculatus*, *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.134. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Sistema Ambiental.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	20
Abundancia	64
DMg	**4.57**

El SA presentó un número efectivo de especies de mastofauna de 4.48, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (5) de 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 transectos establecidos (curvas de acumulación de especies). Dichos 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, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de mastofauna presentes en el SA en función del muestreo del mismo.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Cuadro IV.135. Especies acumuladas de mastofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Transecto	Especies acumuladas
T 1	4
T 2	4
T 3	5

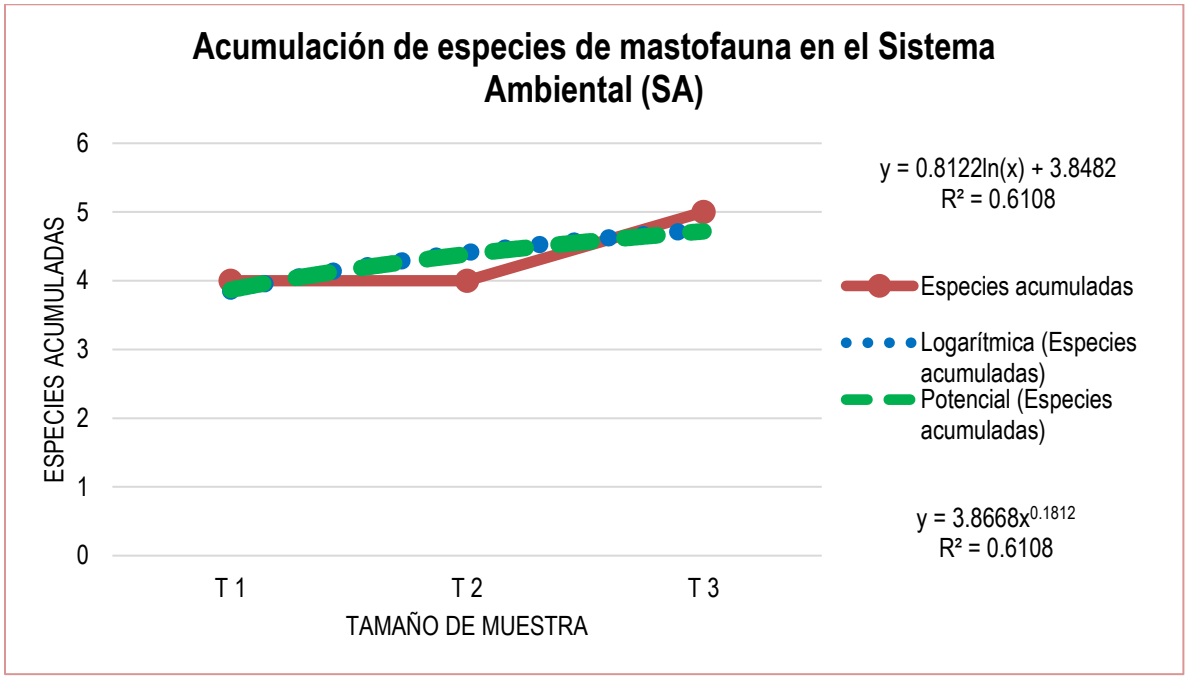


Figura IV.89. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, ambos modelos se ajustaron de manera igual, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA se realizará con ambas ecuaciones:

Cuadro IV.136. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	3.8482	0.8122	5

Cuadro IV.137. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	3.8668	0.1812	5

Ambos modelos arrojan como resultado una riqueza específica de 5 especies de mastofauna en el SA. Lo anterior indica que se registró el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 5 especies.

HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en los 3 transectos establecidos en el SA.

Cuadro IV.138. Listado de especies de herpetofauna registradas en los transectos establecidos en el Sistema Ambiental. SC (Sin categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
1	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	1
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	3
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Insectívoro	Equilibrio ecológico	3
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	LC	Estable	Nativa	Abundante	Solitario	Insectívoro	Equilibrio ecológico	1
5	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Carnívoro	Equilibrio ecológico	1
6	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	**A**	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	1
Total												**10**

En el SA se registraron 10 individuos de 6 especies de herpetofauna y de las cuales, una se encuentra en un estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Thamnophis eques* (**A**). A nivel global, no existe ninguna especie de reptil que esté en riesgo. De acuerdo a la IUCN las poblaciones de herpetofauna son estables. Tres de las especies encontradas resultaron ser endémicas de México.

Todas las especies de herpetofauna del SA son comunes o abundantes. Dichas especies tienen características homogéneas en cuanto a sociabilidad, además de tener alimentación variada. Todas las especies de reptiles reportados tienen la función de mantener el equilibrio ecológico del ecosistema a nivel del suelo.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 herpetofauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.139. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Sistema Ambiental.

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
		T1	T2	T3	ni
1	*Conopsis lineata*	0	0	1	1
2	*Sceloporus horridus*	1	1	1	3
3	*Sceloporus spinosus*	1	1	1	3
4	*Sceloporus variabilis*	0	0	1	1
5	*Senticolis triaspis*	0	1	0	1

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
		T1	T2	T3	ni
6	*Thamnophis eques*	1	0	0	1
N		**3**	**3**	**4**	**10**
Riqueza (S)					**3.33**
Desviación estándar					**0.58**
Max ni					**3**
Dominancia (D)					**0.30**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el SA; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 3 transectos establecidos de 3.33 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de herpetofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 30% en el SA. A continuación, se muestra la distribución de las especies de herpetofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas en el SA.

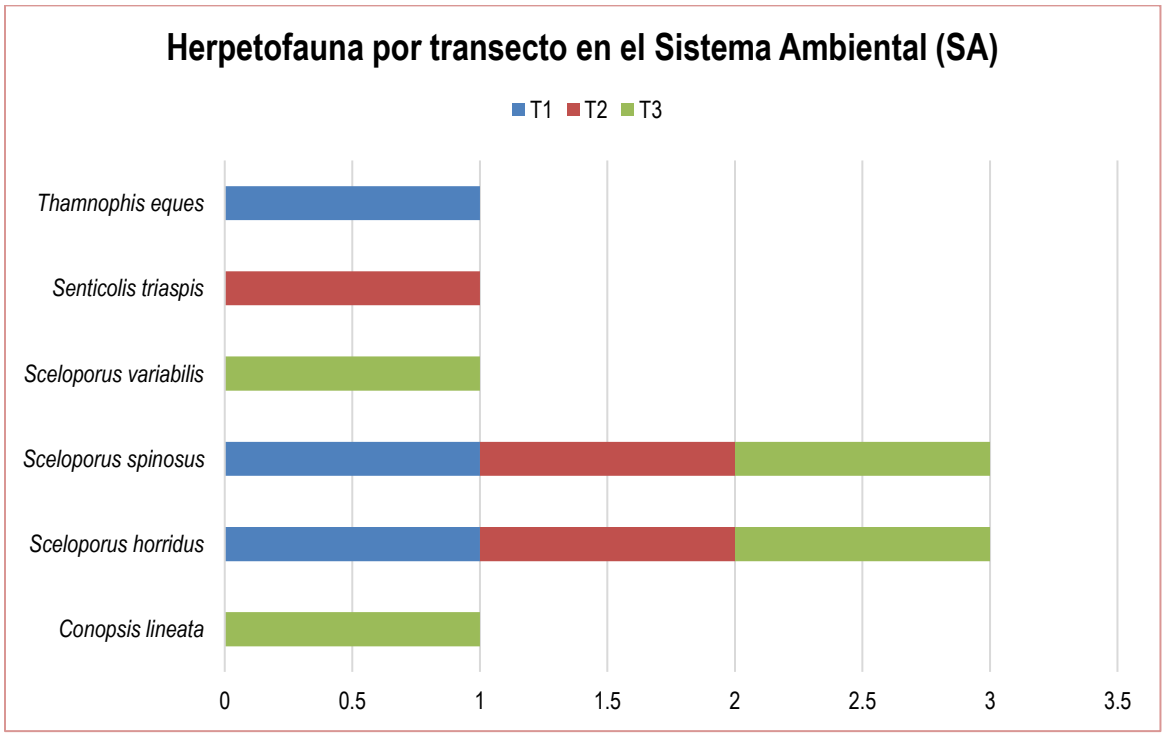


Figura IV.90. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Sistema Ambiental.

Cuadro IV.140. Riqueza específica de herpetofauna en el Sistema Ambiental.

Familias	Géneros	Especies
2	4	6

En el SA se registró la presencia de 2 familias de herpetofauna, cada una de ellas, tuvo la representación de 3 especies.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.141. 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	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	1	0	0	0.0000
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	3	2	6	0.0667
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	3	2	6	0.0667
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	1	0	0	0.0000
5	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0	0	0.0000
6	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0	0	0.0000
N							**10**
N (N-1)							**90**
Dp							**0.13**
1-Dp							**0.87**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el SA, existe un 13% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de herpetofauna. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 87% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.142. 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	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	1	0.1000	10.0000	0.2303
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	3	0.3000	30.0000	0.3612
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	3	0.3000	30.0000	0.3612
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	1	0.1000	10.0000	0.2303
5	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0.1000	10.0000	0.2303
6	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0.1000	10.0000	0.2303
6	**Total**			**10**	**1**	**100**	**1.643**
I. Shannon (H´)							**1.64**
H´ max = Ln S							**1.79**
JH´= H/Hmax							**0.92**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Sistema Ambiental). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 6 especies de herpetofauna registradas en el SA, dichas especies corresponderán

a *Sceloporus horridus* y *Sceloporus spinosus* ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.143. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el Sistema Ambiental.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	10
DMg	**2.17**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de los reptiles y anfibios es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Cuadro IV.144. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Sistema Ambiental.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	6	3	6
Abundancia	10	10	10
I. Shannon – Wiener (H´)	1.643	0.943	1.748
^1D	**5.17**		

El SA presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 5.17, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (6) de 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 transectos establecidos (curvas de acumulación de especies). Dichos 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, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de herpetofauna presentes en el SA en función del muestreo en la misma.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Cuadro IV.145. Especies acumuladas de herpetofauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Transecto	Especies acumuladas
T 1	3
T 2	4
T 3	6

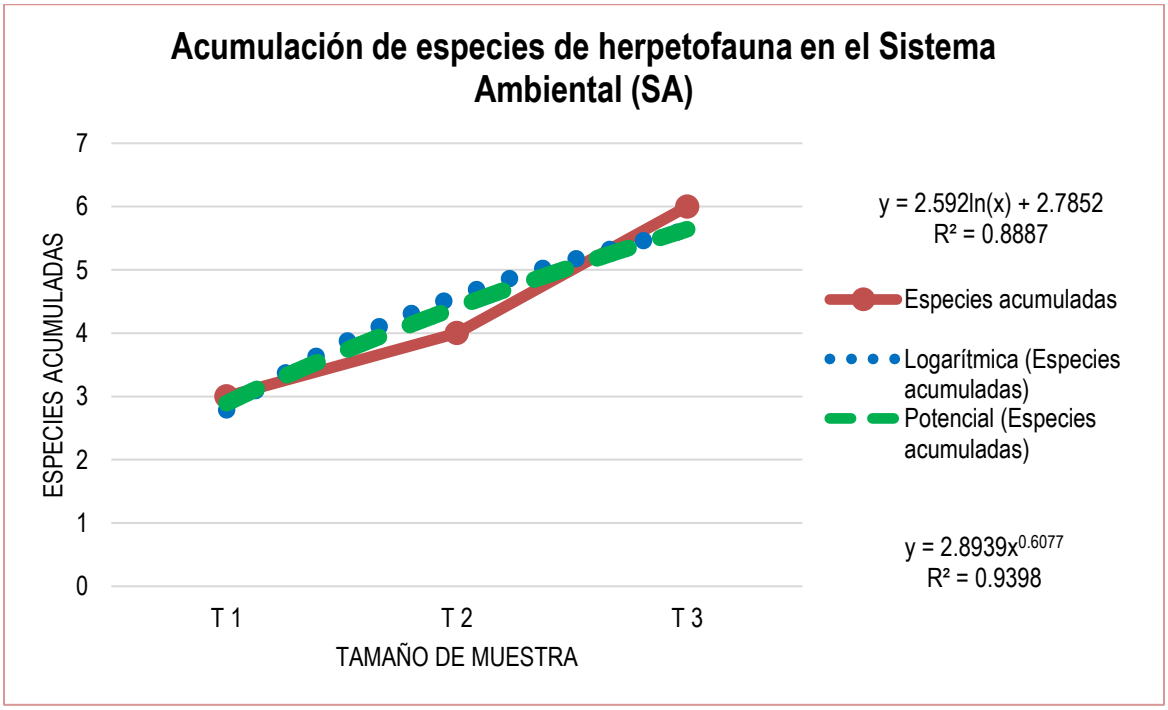


Figura IV.91. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta y por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el SA se realizará con dicho modelo.

Cuadro IV.146. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	2.8939	0.6077	6

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza específica de 6 especies de herpetofauna en el SA. Lo anterior indica que se registró el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 6 especies.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el SA (ANEXO IV.H. DIVERSIDAD_FAUNA_SA).

ANÁLISIS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 4 puntos de conteo establecidos en el AI:

Cuadro IV.147. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el Área de Influencia. SC (Sin Categoría), LC (Preocupación menor), MI (Migratoria de Invierno), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Estatus residencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Estrato	No. registros
1	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Pareja	G	Arbustivo	2
2	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
3	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	Arbustivo	10
4	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	SC	LC	Decreciente	Nativa	R,MI	Abundante	Gregaria	I	Arbustivo	2
5	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	SC	LC	Decreciente	**Exótica-invasora**	R	Abundante	Gregaria	I-G	Arbustivo	5
6	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Común	Pareja	I	Arbustivo	2
7	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	SC	LC	Desconocido	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	2
8	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	SC	LC	Creciente	Nativa	R, MI	Común	Gregario	I-G	Arbustivo	10
9	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	LC	Estable	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	2
Total													**36**

En el AI se registraron 36 individuos de 9 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. A nivel internacional, tampoco se reportan especies en categorías de riesgo. Se encontró que el 55.55% de las especies de aves tienen poblaciones favorables (crecientes o estables) y un 44.44% tienen poblaciones desfavorables (decrecientes o desconocidas). Por otro lado, no se encontraron especies de importancia en cuanto a endemismo.

Todas las especies de aves resultaron ser residentes de México y 3 de ellas también son migratorias de invierno. En general, la avifauna en el AI es abundante o común, pueden ser solitarios como gregarios y presentan una dieta homogénea. Por otro lado, la mayoría de las especies de aves se registraron en un estrato correspondiente al arbustivo.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calculó el índice de Margalef.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.148. Matriz de abundancia y riqueza específica de la avifauna registrada en el Área de Influencia.

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA				
			PC01	PC02	PC03	PC04	ni
1	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	0	0	0	2	2
2	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	0	1	0	0	1

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA				
			PC01	PC02	PC03	PC04	ni
3	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	10	0	0	0	10
4	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	0	0	0	2	2
5	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	0	0	5	0	5
6	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	0	0	2	0	2
7	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	0	2	0	0	2
8	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	10	0	0	0	10
9	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	0	2	0	0	2
N			**2**	**3**	**2**	**2**	**36**
Riqueza (S)							**2.25**
Desviación estándar							**0.50**
Max ni							**10**
Dominancia (D)							**0.28**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo establecido en el AI; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de avifauna en los 4 puntos de conteo establecidos de 2.25 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 28% en el AI.

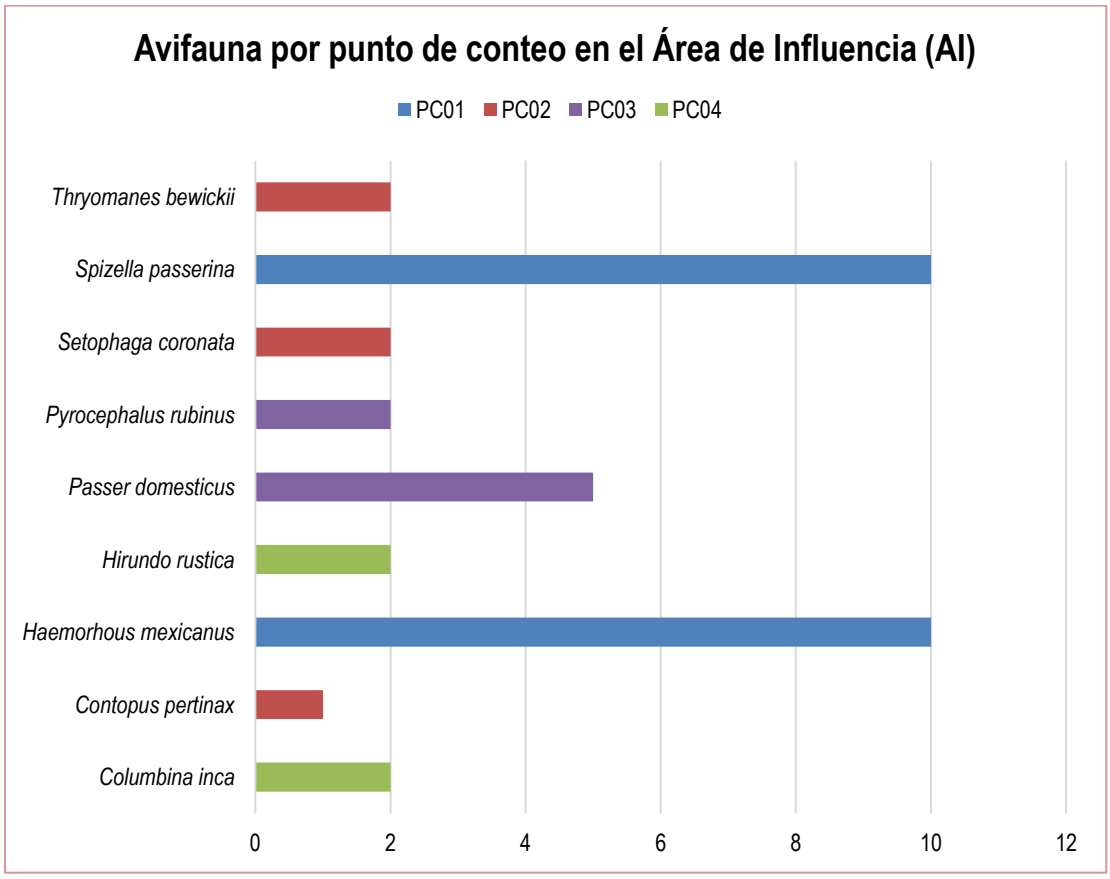


Figura IV.92. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el Área de Influencia.

Cuadro IV.149. Riqueza específica de avifauna en el Área de Influencia.

Familias	Géneros	Especies
8	9	9

De las 8 familias de avifauna registradas en el AI, la familia Tyrannidae tuvo la representación de dos especies, el resto, solo una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.150. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el Área de Influencia.

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	2	1	2	0.0016
2	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	1	0	0	0.0000
3	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	10	9	90	0.0714
4	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	1	2	0.0016
5	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	4	20	0.0159
6	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	1	2	0.0016
7	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	2	1	2	0.0016
8	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	10	9	90	0.0714
9	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	2	1	2	0.0016
N							**36**
N (N-1)							**1260**
Dp							**0.17**
1-Dp							**0.83**

El índice de Simpson modificado por Pielou determinó que existe probabilidad del 17% que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave y por el contrario una probabilidad del 83% de que dos individuos sean diferentes.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.151. Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el Área de Influencia.

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	2	0.0556	5.5556	0.1606
2	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	1	0.0278	2.7778	0.0995
3	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	10	0.2778	27.7778	0.3558
4	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	0.0556	5.5556	0.1606
5	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	5	0.1389	13.8889	0.2742
6	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	0.0556	5.5556	0.1606
7	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	2	0.0556	5.5556	0.1606

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
8	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	10	0.2778	27.7778	0.3558
9	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	2	0.0556	5.5556	0.1606
9	**Total**			**36**	**1**	**100**	**1.888**
I. Shannon (H´)							**1.89**
H´ max = Ln S							**2.20**
JH´= H/Hmax							**0.86**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Área de Influencia). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 9 especies de avifauna registradas en el AI, dichas especies corresponderán a *Haemorhous mexicanus* y *Spizella passerina* ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.152. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas en el Área de Influencia.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	10
DMg	**2.17**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de las aves es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Cuadro IV.153. Índice de diversidad verdadera de la avifauna presente en el Área de Influencia.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	9	9	9
Abundancia	36	36	36
I. Shannon – Wiener (H´)	1.888	1.672	2.049
^1D	**6.61**		

El AI presentó un número efectivo de especies de avifauna de 6.61, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (9) de 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). Dichos métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del AI es amplia, por lo tanto, realizar un conteo en la totalidad de la misma implica una inversión de tiempo considerable. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de avifauna presentes en el AI en función del muestreo en el mismo.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Cuadro IV.154. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Puntos	Especies acumuladas
PC 1	2
PC 2	5
PC 3	7
PC 4	9

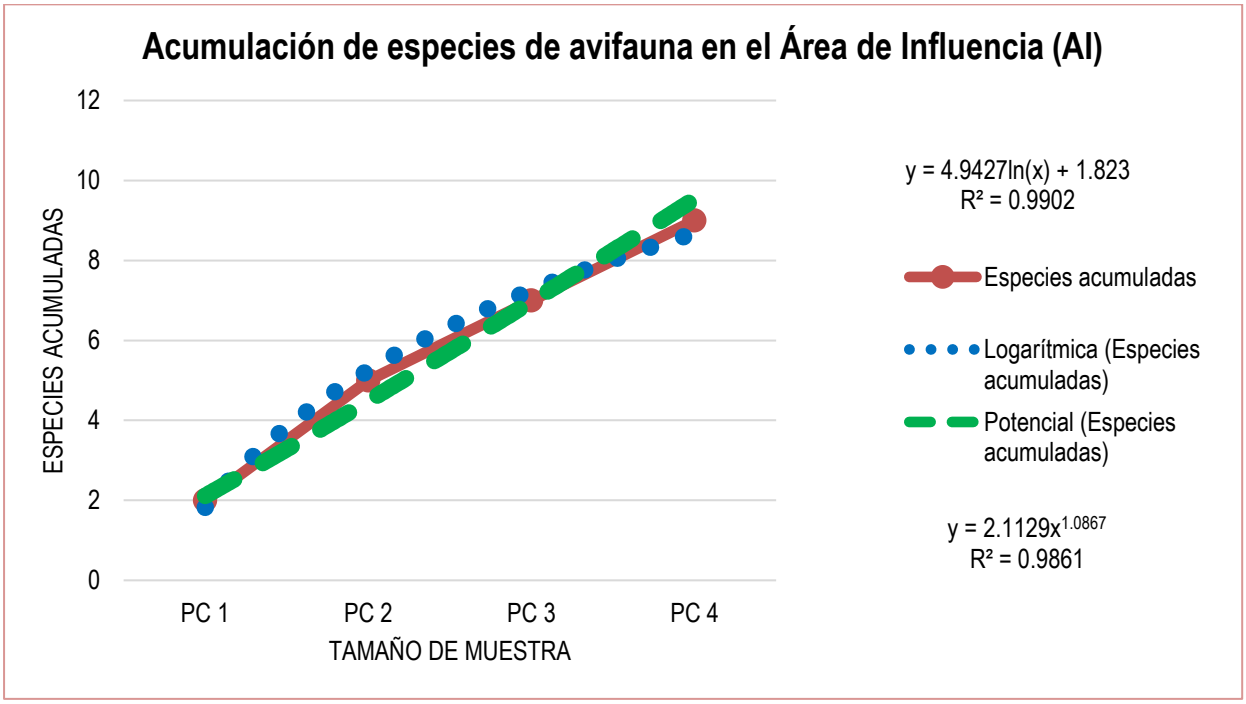


Figura IV.93. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AI se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.155. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
4	1.823	4.9427	9

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 9 especies de avifauna en el AI. Lo anterior indica que se registró el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 9 especies.

MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

Se encontraron pocas evidencias indirectas sobre la presencia de mastofauna en los 2 transectos realizados en el AI. A continuación, se muestran las especies encontradas:

Cuadro IV.156. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Área de Influencia. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Granívoro	Equilibrio ecológico	2
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	Creciente	**Nativa-endémica**	Abundante	Solitario	Herbívoro	Equilibrio ecológico	1
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	Solitario	Herbívoro	Equilibrio ecológico	2
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Omnívoro	Regulador de poblaciones	1
Total												**6**

Se determinaron 6 individuos de 4 especies de mamíferos en el AI, de las cuales, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna de las especies se encuentra en algún estatus de riesgo a nivel internacional. No existe ningún problema sobre la tendencia poblacional reportada por la IUCN de las especies de mamíferos encontrados, ya que todas tienen una tendencia poblacional favorable (creciente o estable). Solo una especie de mamífero es endémica de México.

El 100% de todas las especies de mastofauna en el AI se caracterizan por ser comunes o abundantes. Los organismos de dichas especies también se caracterizan en general por ser solitarios y tener hábitos alimenticios variados. Por otro lado, los mamíferos reportados son especialistas y participan en diferentes funciones en los ecosistemas.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 mastofauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calculó el índice de Margalef.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.157. Matriz de abundancia y riqueza específica de la mastofauna registrada en el Área de Influencia.

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA		
			T01	T02	ni
1	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	1	1	2
2	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	1	0	1

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA		
			T01	T02	ni
3	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	1	1	2
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0	1
N			**4**	**2**	**6**
Riqueza (S)					**3.00**
Desviación estándar					**1.41**
Max ni					**2**
Dominancia (D)					**0.33**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el AI; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mastofauna en los 2 transectos establecidos de 3.00 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de mastofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 33% en el AI.

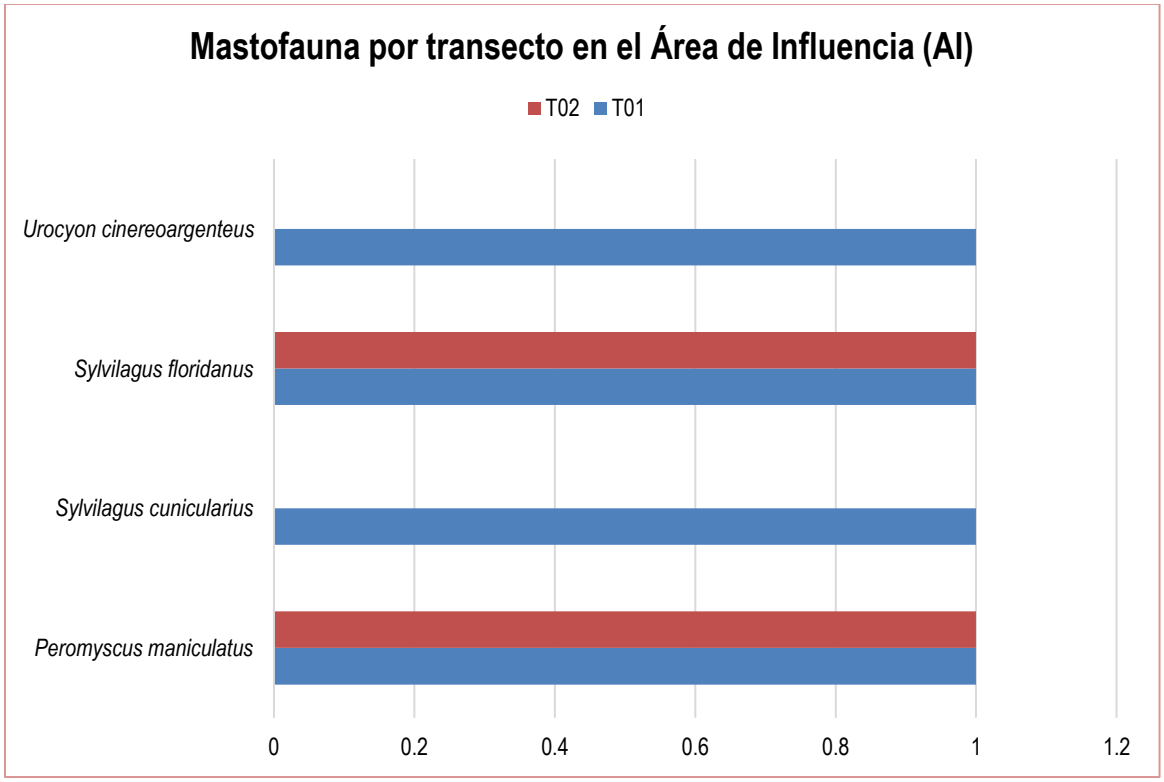


Figura IV.94. Distribución de los individuos de mastofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Área de Influencia.

Cuadro IV.158. Riqueza específica de mastofauna en el Área de Influencia.

Familias	Géneros	Especies
3	3	4

De las 3 familias de mastofauna registradas en el AI, la familia Leporidae tuvo la representación de 2 especies, el resto, solo una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.159. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el Área de Influencia.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	2	1	2	0.0667
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	1	0	0	0.0000
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	2	1	2	0.0667
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0	0	0.0000
N							**6**
N (N-1)							**30**
Dp							**0.13**
1-Dp							**0.87**

El índice de Simpson modificado por Pielou determinó que existe probabilidad del 13% que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mamífero y por el contrario una probabilidad del 87% de que dos individuos sean diferentes.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.160. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el Área de Influencia.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	2	0.3333	33.3333	0.3662
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	1	0.1667	16.6667	0.2986
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	2	0.3333	33.3333	0.3662
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.1667	16.6667	0.2986
4	**Total**			**6**	**1**	**100**	**1.330**
I. Shannon (H´)							**1.33**
H´ max = Ln S							**1.39**
JH´= H/Hmax							**0.96**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Área de Influencia). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 4 especies de mastofauna registradas en el AI, dichas especies corresponderán a *Peromyscus maniculatus* y *Sylvilagus floridanus* ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.161. Índice de diversidad de Margalef de las especies de mastofauna registradas en el Área de Influencia.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	4

Métrica	n
Abundancia	6
DMg	**1.67**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de los mamíferos es media.

Índice de diversidad verdadera (^{1}D)

Cuadro IV.162. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Área de Influencia.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	4	2	4
Abundancia	6	6	6
I. Shannon – Wiener (H´)	1.330	0.637	1.330
^{1}D	**3.78**		

El AI presentó un número efectivo de especies de mastofauna de 3.78, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (4) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Debido a que en el muestreo se encontraron pocas especies de mamíferos en pocos transectos muestreados, no es posible la construcción de una curva de acumulación y por lo tanto, esta sección se omite.

HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en los 2 transectos establecidos en el AI:

Cuadro IV.163. Listado de especies de herpetofauna registradas en el Área de Influencia. SC (Sin Categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	2
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Insectívoro	Equilibrio ecológico	2
3	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Carnívoro	Equilibrio ecológico	1
4	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	**A**	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	1
Total												**6**

En el AI se registraron 6 individuos de 4 especies de herpetofauna, de las cuales una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de riesgo: *Thamnophis eques* (**A**). Ninguna especie se encuentra amenazada en un estatus de riesgo global. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies son estables en cuanto a sus poblaciones. Se reportan 2 especies de reptiles endémicas de México.

Todas las especies de herpetofauna del AI son comunes. Dichas especies tienen características homogéneas en cuanto a sociabilidad e importancia ecológica pero son diferentes en alimentación.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 herpetofauna se llevó acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calculó el índice de Margalef.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.164. Matriz de abundancia y riqueza específica de la herpetofauna registrada en el Área de Influencia.

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA		
			T01	T02	ni
1	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	1	1	2
2	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	1	1	2
3	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	0	1	1
4	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0	1
N			**3**	**3**	**6**
Riqueza (S)					**3.00**
Desviación estándar					**0.00**
Max ni					**2**
Dominancia (D)					**0.33**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el AI; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 2 transectos establecidos de 3.00 especies. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de herpetofauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 33% en el AI.

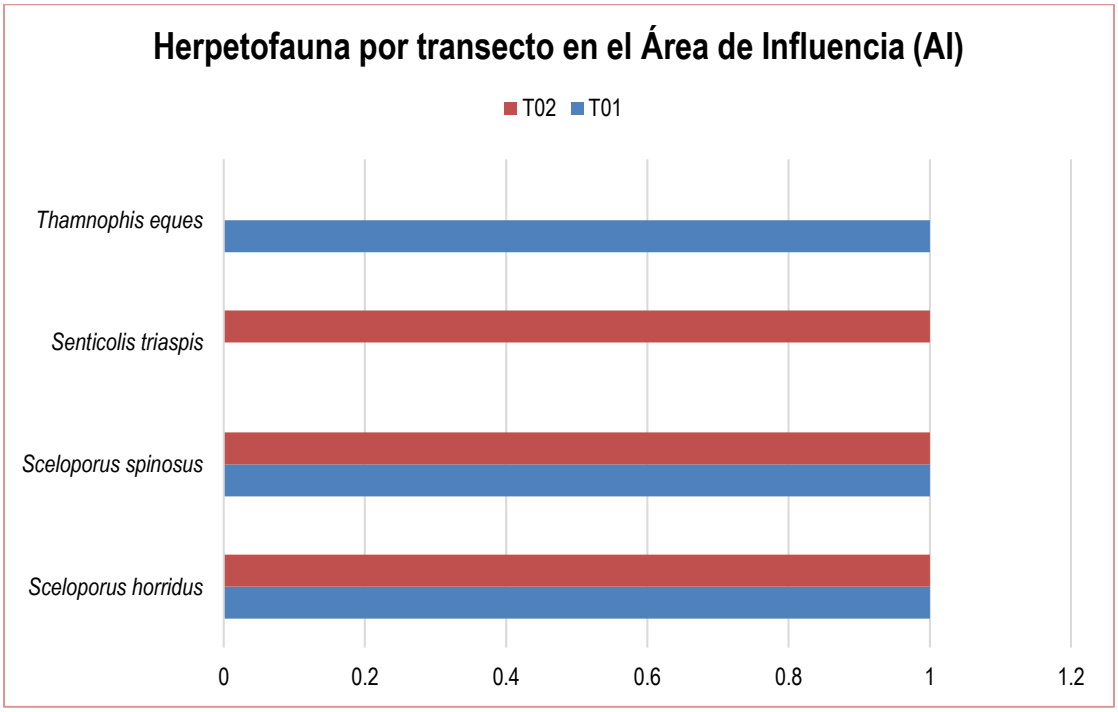


Figura IV.95. Distribución de los individuos de herpetofauna en cada transecto en el que fueron registradas en el Área de Influencia.

Cuadro IV.165. Riqueza específica de herpetofauna en el Área de Influencia.

Familias	Géneros	Especies
2	3	4

De las 2 familias de herpetofauna registradas en el AI, cada una, tuvo la representación de 2 especies.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.166. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el Área de Influencia.

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	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	2	1	2	0.0667
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	2	1	2	0.0667
3	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0	0	0.0000
4	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0	0	0.0000
N							**6**
N (N-1)							**30**
Dp							**0.13**
1-Dp							**0.87**

El índice de Simpson modificado por Pielou determinó que existe probabilidad del 13% que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de reptil/anfibio y por el contrario una probabilidad del 87% de que dos individuos sean diferentes.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.167. Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna presente en el Área de Influencia.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	2	0.3333	33.3333	0.3662
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	2	0.3333	33.3333	0.3662
3	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0.1667	16.6667	0.2986
4	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0.1667	16.6667	0.2986
4	**Total**			**6**	**1**	**100**	**1.330**
I. Shannon (H´)							**1.33**
H´ max = Ln S							**1.39**
JH´= H/Hmax							**0.96**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Área de Influencia). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 4 especies de herpetofauna registradas en el AI, dichas especies corresponderán a *Sceloporus horridus* y *Sceloporus spinosus* ya que son las especies con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.168. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el Área de Influencia.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	4
Abundancia	6
DMg	**1.67**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de los anfibios y reptiles es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Cuadro IV.169. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Área de Influencia.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	4	2	4
Abundancia	6	6	6
I. Shannon – Wiener (H´)	1.330	0.451	1.330
^1D	**3.78**		

El AI presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 3.78, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (4) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Debido a que en el muestreo se encontraron pocas especies de reptiles/anfibios en pocos transectos muestreados, no es posible la construcción de una curva de acumulación y por lo tanto, esta sección se omite.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el AI (ANEXO IV.I. DIVERSIDAD_FAUNA_AI).

ANÁLISIS DEL ÁREA DEL PROYECTO
AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 3 puntos de conteo establecidos en el AP:

Cuadro IV.170. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el Área del Proyecto. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor), MI (Migratoria de Invierno), R (Residente), G (Granívoro), I (Insectívoro).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Estatus residencia	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Estrato	No. registros
1	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	SC	LC	Decreciente	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
2	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Abundante	Gregario	I-G	Arbustivo	10
3	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC	LC	Creciente	Nativa	R	Común	Pareja	I	Arbustivo	2
4	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	SC	LC	Desconocida	Nativa	R,MI	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	1
5	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	SC	LC	Creciente	Nativa	R, MI	Común	Gregario	I-G	Arbustivo	5
6	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC	LC	Estable	Nativa	R	Poco común	Solitario	I	Arbóreo	3
Total													**22**

En el AP se registraron 22 individuos de 6 especies de avifauna, de las cuales, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo. Ninguna especie de ave se encuentra en estatus amenazado a nivel global. A nivel internacional, se reporta que el 33.33% de especies tuvieron poblaciones decrecientes o desconocidas y un 66.67% de especies tuvieron poblaciones crecientes o estables. Por otro lado, no se encontró ninguna especie endémica.

Todas las especies de aves del AP son residentes permanentes de México, y de ellas, dos también son migratorias. La avifauna es común, abundante y poco común, dependiendo de la especie; además, son gregarios tanto como solitarios y presentan una dieta basada en insectos principalmente, esto último indica que pueden encontrarse tanto en el dosel de los árboles como que en algún momento dado frecuentan estratos inferiores en busca de alimento, sobre todo aquellos que regularmente se encuentran en el estrato arbustivo.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 a cabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.171. Matriz de abundancia y riqueza específica de avifauna registrada en el Área del Proyecto.

ID	Nombre científico	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
		PC1	PC2	PC3	ni
1	*Contopus pertinax*	0	1	0	1
2	*Haemorhous mexicanus*	10	0	0	10
3	*Pyrocephalus rubinus*	0	0	2	2
4	*Setophaga coronata*	0	1	0	1
5	*Spizella passerina*	5	0	0	5
6	*Thryomanes bewickii*	0	3	0	3
N		**2**	**3**	**1**	**22**
Riqueza (S)					**2.00**
Desviación estándar					**1.00**
Max ni					**10**
Dominancia (D)					**0.45**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo; de tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica en los 3 puntos de conteo establecidos de 2.00 especies de aves por punto de conteo. Por otro lado, de acuerdo a los valores máximos del número de individuos de cada una de las especies de avifauna registradas se obtuvo el nivel de dominancia, el cual indica que existe una probabilidad de dominancia del 45% en el AP. A continuación, se muestra la distribución de las especies de avifauna en cada uno de los puntos de conteo en el cual fueron registradas en el AP.

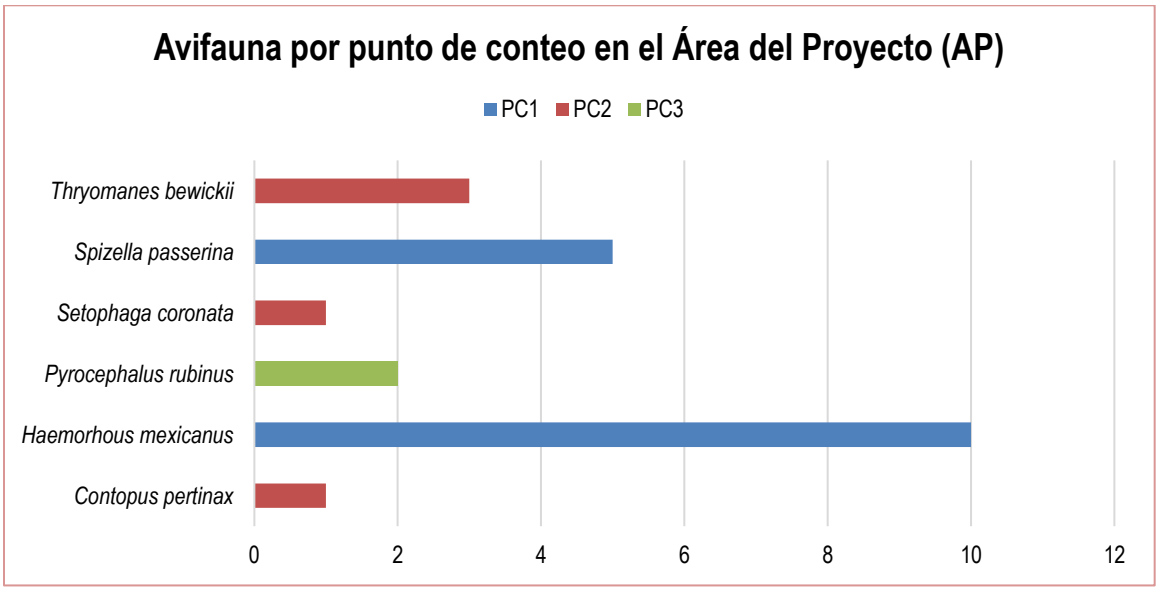


Figura IV.96. Distribución de los individuos de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el Área del Proyecto.

Cuadro IV.172. Riqueza específica de la avifauna registrada en el Área del Proyecto.

Familias	Géneros	Especies
5	6	6

De las 5 familias de avifauna registradas en el AP, la familia Tyrannidae tuvo dos especies, el resto, una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.173. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el Área del Proyecto.

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	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	1	0	0	0.0000
2	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	10	9	90	0.1948
3	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	1	2	0.0043
4	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	1	0	0	0.0000
5	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	5	4	20	0.0433
6	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	3	2	6	0.0130
N							**22**
N (N-1)							**462**
Dp							**0.26**
1-Dp							**0.74**

El índice de Simpson modificado por Pielou determinó que existe probabilidad del 26% que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave y por el contrario una probabilidad del 74% de que dos individuos sean diferentes.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.174. Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el Área del Proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	1	0.0455	4.5455	0.1405
2	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	10	0.4545	45.4545	0.3584
3	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	0.0909	9.0909	0.2180
4	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	1	0.0455	4.5455	0.1405
5	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	5	0.2273	22.7273	0.3367
6	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	3	0.1364	13.6364	0.2717
6	**Total**			**22**	**1**	**100**	**1.466**
I. Shannon (H´)							**1.47**
H´ max = Ln S							**1.79**
JH´= H/Hmax							**0.82**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (avifauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Área del Proyecto). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 6 especies de avifauna registradas en el AP, dicha especies corresponderá a *Haemorhous mexicanus*, ya que es aquella con el valor más alto correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.175. Índice de diversidad de Margalef de las especies de avifauna registradas en el Área del Proyecto.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	6
Abundancia	22
DMg	**1.62**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos de las aves es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

El AP presentó un número efectivo de especies de avifauna de 4.33, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó más del 100% (6) de 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). Dichos métodos estadísticos se presentan debido a que la superficie del AP aunque más pequeña que el Sistema Ambiental puede presentar una dinámica de fauna amplia. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de avifauna presentes en el AP en función del muestreo del mismo.

Método paramétrico: Modelos logarítmico y potencial

Cuadro IV.176. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Punto	Especies acumuladas
PC 1	2
PC 2	5
PC 3	6

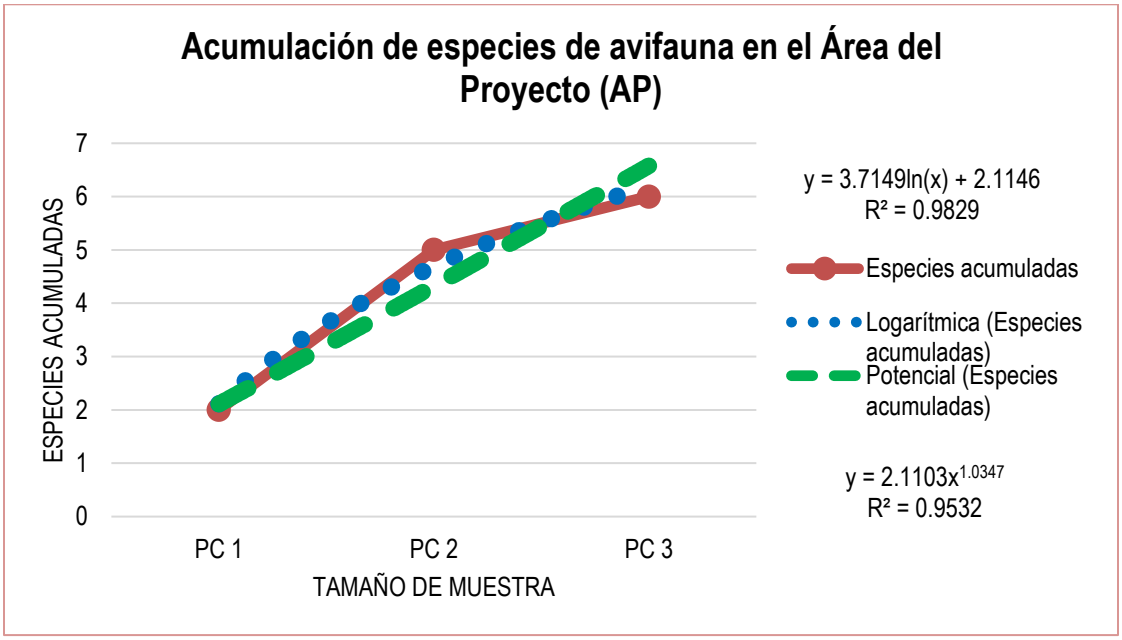


Figura IV.97. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el AP se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.177. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	2.1146	3.7149	6

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 6 especies de avifauna 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 6 especies.

MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

No se encontraron observaciones directas sobre la presencia de mastofauna en los 2 transectos establecidos en el AP, por el contrario, los siguientes individuos fueron establecidos por medio de evidencias indirectas. A continuación, se muestran las especies detectadas:

Cuadro IV.178. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el Área del Proyecto. SC (Sin categoría), LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Granívoro	Equilibrio ecológico	1
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC	LC	Creciente	**Nativa-endémica**	Abundante	Solitario	Herbívoro	Equilibrio ecológico	1
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC	LC	Creciente	Nativa	Común	Solitario	Herbívoro	Equilibrio ecológico	1

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
Total												3

En el AP, se determinaron 3 individuos de 3 especies de mamíferos, de las cuales, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna especie de mamífero se encuentra en algún estatus de riesgo a nivel global. No existe ningún problema sobre la tendencia poblacional reportada por la IUCN en un momento dado, ya que de las especies de mamíferos encontradas, todas tienen una tendencia poblacional favorable. Resultado del muestreo en los mamíferos, solo se reporta una especie endémica de México.

Las tres especies de mastofauna en el AP se caracterizan por ser muy comunes o abundantes, esto es debido a que los mamíferos tienen un área de campeo grande y actualmente se han adaptado a las condiciones variadas de uso de suelo. Los organismos de dichas especies también se caracterizan en general por ser solitarios y tener hábitos alimenticios de tipo herbívoro-granívoro. 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 biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 mastofauna se llevó a cabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Debido a que la mastofauna presenta bajo número de especies y abundancia, la matriz de abundancia y su figura correspondiente se omiten, ya que los valores resultantes no son válidos; sin embargo, la riqueza específica en los 2 transectos muestreados fue de 3 especies con 3 individuos, tal como ya se ha mencionado.

Cuadro IV.179. Riqueza específica de mastofauna en el Área del Proyecto.

Familias	Géneros	Especies
2	2	3

De las 2 familias de mastofauna registradas en el AP, la familia Leporidae tuvo la representación de dos especies, la otra solo una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.180. Índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el Área del Proyecto.

ÍNDICE DE SIMPSON MODIFICADO POR PIELOU (Dp)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**ni-1**	**ni (ni-1)**	**ni (ni-1) /N (N-1)**
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	1	0	0	0.0000
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	1	0	0	0.0000
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	1	0	0	0.0000
N							**3**
N (N-1)							**6**
Dp							**0.00**
1-Dp							**1.00**

El índice de Simpson modificado por Pielou determinó que existe probabilidad del 0% de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de mamífero y por el contrario una probabilidad del 100% de que dos individuos sean diferentes.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.181. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna presente en el Área del Proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	1	0.3333	33.3333	0.3662
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	1	0.3333	33.3333	0.3662
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	1	0.3333	33.3333	0.3662
3	**Total**			**3**	**1**	**100**	**1.099**
I. Shannon (H´)							**1.10**
H´ max = Ln S							**1.10**
JH´= H/Hmax							**1.00**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (mastofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Área del Proyecto). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 3 especies de mastofauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a cualquiera de ellas, ya que todas tienen el mismo valor correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.182. Índice de diversidad de Margalef de las especies de mastofauna registradas en el Área del Proyecto.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	3
DMg	**1.82**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y el número de individuos de los mamíferos es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Cuadro IV.183. Índice de diversidad verdadera de la mastofauna presente en el Área del Proyecto.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	3	1	3
Abundancia	3	3	3
I. Shannon – Wiener (H´)	1.099	0.000	1.099
^1D	**3.00**		

El AP presentó un número efectivo de especies de mastofauna de 3.00, lo cual indica un estatus de diversidad favorable, ya que se presentó el 100% (3) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Debido a que en el muestreo se encontraron pocas especies de mamíferos y todas ellas aparecen en el segundo transecto muestreado, no es posible la construcción de una curva de acumulación y por lo tanto, esta sección se omite.

HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en los 2 transectos establecidos en el AP:

Cuadro IV.184. Listado de especies de herpetofauna registradas en el Área del Proyecto. SC (Sin Categoría), A (Amenazada), LC (Preocupación menor).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Estatus IUCN	Tendencia poblacional	Distribución	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Importancia ecológica	No. registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	1
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	SC	LC	Estable	**Nativa-endémica**	Común	Solitario	Insectívoro	Equilibrio ecológico	1
3	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	**A**	LC	Estable	Nativa	Común	Solitario	Invertebrados	Equilibrio ecológico	1
Total												**3**

En el AP se registraron 3 individuos de 3 especies de herpetofauna, de las cuales una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo: *Thamnophis eques* (**A**). A nivel global, no existe ninguna especie de reptil que esté en riesgo. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies de reptiles son estables. De las especies registradas, dos, son endémicas de México.

Las 3 especies de herpetofauna del AP son comunes. Dichas especies tienen características homogéneas en cuanto a sociabilidad, considerando en general a los reptiles de la zona como solitarios y alimentación de invertebrados en su mayoría. Todas las especies de reptiles reportados tienen la función de mantener el equilibrio ecológico del ecosistema a nivel del suelo.

2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

Para estimar la diversidad de una comunidad biótica (fauna silvestre), 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 dichas 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 herpetofauna se llevó a cabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia. De manera complementaria, también se calcularon el índice de Margalef y el índice de diversidad verdadera.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Debido a que la herpetofauna presenta bajo número de especies y abundancia, la matriz de abundancia y su figura correspondiente se omiten, ya que los valores resultantes no son válidos; sin embargo, la riqueza específica en los 2 transectos muestreados fue de 3 especies con 3 individuos, tal como ya se ha mencionado.

Cuadro IV.185. Riqueza específica de herpetofauna en el Área del Proyecto.

Familias	Géneros	Especies
2	2	3

De las 2 familias de herpetofauna registradas en el AP, la familia Phrynosomatidae tuvo la representación de dos especies, la otra, solo una.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.186. Índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el Área del Proyecto.

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	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	1	0	0	0.0000
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	1	0	0	0.0000
3	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0	0	0.0000
N							**3**
N (N-1)							**6**
Dp							**0.00**
1-Dp							**1.00**

El índice de Simpson modificado por Pielou determinó que existe probabilidad del 0% que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de anfibio/reptil y por el contrario una probabilidad del 100% de que dos individuos sean diferentes.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.187. Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna presente en el Área del Proyecto.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H´)							
ID	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**Abundancia relativa (%)**	**pi (ln (pi))*-1**
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	1	0.3333	33.3333	0.3662
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	1	0.3333	33.3333	0.3662
3	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	1	0.3333	33.3333	0.3662
3	**Total**			**3**	**1**	**100**	**1.099**
I. Shannon (H´)							**1.10**
H´ max = Ln S							**1.10**
JH´= H/Hmax							**1.00**

El índice de Shannon-Wiener puede interpretarse como la cantidad de información (herpetofauna) contenida en una unidad de la naturaleza (Área del Proyecto). Por lo tanto, se puede concluir que si se toma una muestra al azar de las 3 especies de herpetofauna registradas en el AP, dicha especie corresponderá a cualquiera de ellas, ya que todas tienen el mismo valor correspondiente a H´.

Índice de Margalef (D_{Mg})

Cuadro IV.188. Índice de diversidad de Margalef de las especies de herpetofauna registradas en el Área del Proyecto.

Métrica	n
S (Riqueza específica)	3
Abundancia	3
DMg	**1.82**

De acuerdo con el índice de Margalef, la relación entre el número de especies y número de individuos de los anfibios y reptiles es media.

Índice de diversidad verdadera (^1D)

Cuadro IV.189. Índice de diversidad verdadera de la herpetofauna presente en el Área del Proyecto.

Métrica	n	Rango	
		Lower	Upper
S (Riqueza específica)	3	1	3
Abundancia	3	3	3
I. Shannon – Wiener (H´)	1.099	0.000	1.099
^1D	**3.00**		

El AP presentó un número efectivo de especies de herpetofauna de 3.00, lo cual indica un estatus de diversidad muy favorable, ya que se presentó el 100% (3) de especies con una abundancia homogénea entre las mismas.

ESFUERZO DE MUESTREO (CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES)

Debido a que en el muestreo se encontraron pocas especies de reptiles y ningún anfibio, y todas ellas aparecen en el segundo transecto muestreado, no es posible la construcción de una curva de acumulación y por lo tanto, esta sección se omite.

NOTA: Se anexa la base de datos de diversidad de la fauna silvestre en el AP (ANEXO IV.J. DIVERSIDAD_FAUNA _AP).

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN LAS TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL)

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

En las listas de especies de los tres grupos de fauna reportados para este trabajo se encontró una de ellas enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal como se describe a continuación:

Cuadro IV.190. Especie de fauna silvestre enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT	Área de registro		
					Área del Proyecto	Área de Influencia	Sistema Ambiental
Herpetofauna	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	**A**	**Presente**	**Presente**	**Presente**

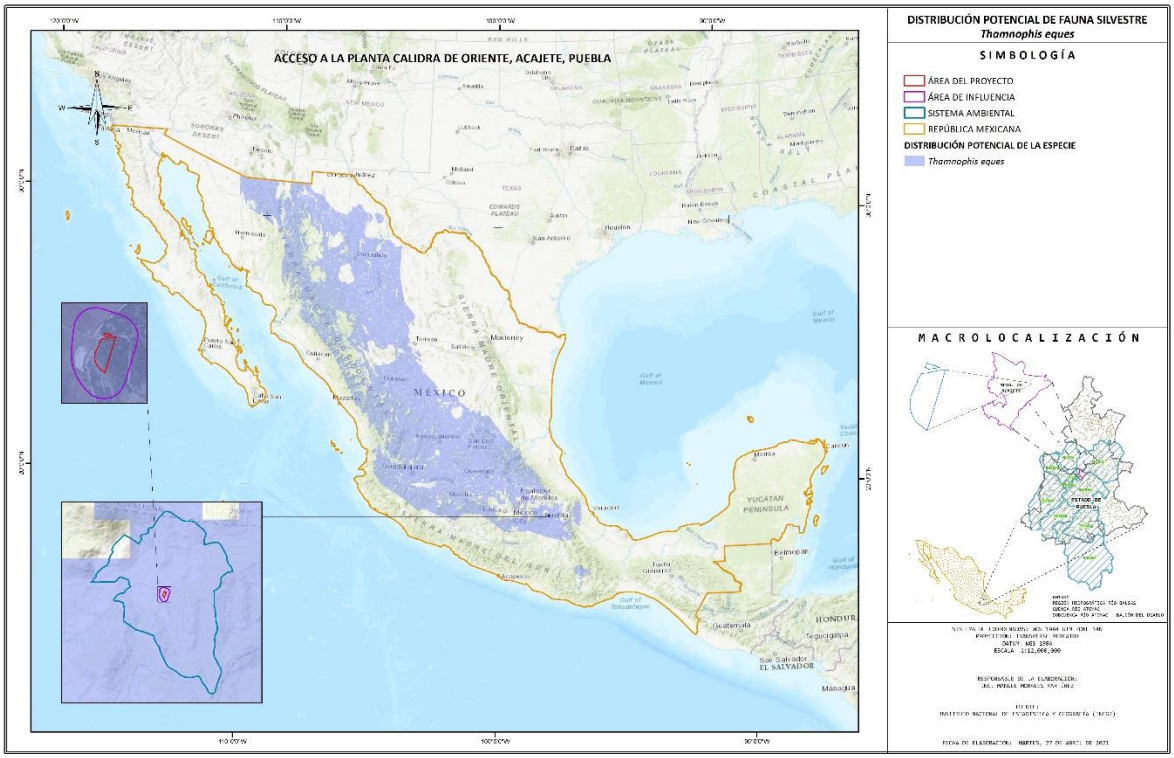


Figura IV.98. Distribución potencial permanente de Thamnophis eques en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. Fuente: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

Como se observa en la figura anterior, la distribución de la especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es relativamente amplia en el país. Se trata de una especie de culebra de agua común:

Cuadro IV.191. Ficha técnica de *Tamnophis eques.*

Culebra de agua nómada mexicana (*Thamnophis eques*) Sinónimos: *Coluber eques*; *Eutaenia insigniarum*	
Descripción *Thamnophis eques* es una especie relativamente grande y robusta llegando a alcanzar una longitud máxima total de 1120 mm (Rossman et al, 1996). Las escamas de la región dorsal del cuerpo son quilladas, y el número de éstas es de 21-19-17, raramente 23-21-17 o 19-19-17. El rango de escamas ventrales es de 149 a 176 en machos y de 149 a 171 en hembras (Rossman *et al*, 1996). La escama anal es simple.	
Hábitat Esta especie está fuertemente asociada a cuerpos de agua permanentes con vegetación, se han encontrado alrededor de praderas con charcas poco profundas, en la vegetación de los ríos, y cerca de cactus y arbustos espinosos.	
Macroclima Cf Templado húmedo. Se distribuye de los 1200 a más de 2000 m de altittud (Roze, 1996).	
Biología de poblaciones Tamaño poblacional Un estudio de marcaje y recaptura de *T. eques* en una hectárea de terreno no perturbado dio como resultado que se encontrara una población de 95 serpientes, no incluyendo a los juveniles que se consideraron como nacidas en el mismo año en que se realizó el estudio (Rosen y Schwalbe, 1988).	
Reproducción En lo que se refiere al ciclo reproductivo de esta especie, el crecimiento de los folículos comienza a principios del otoño, y la ovulación ocurre a finales de marzo o principios de abril, con nacimiento de las crías entre junio y julio (Rosen y Schwabel, 1988). Este es un patrón poco usual para las serpientes jarreteras, las cuales usualmente no comienza el crecimiento de los folículos sino hasta el final de la primavera; este patrón requiere una verificación adicional y estudio. Las hembras se posan sobre la hierba o las rocas durante el periodo de gestación. Rosen y Schwabel (1988) indican que solo el 50% de las hembras tienen crías cada año, aunque esto no sugiere específicamente que esta especie sea de reproducción bianual.	

Tomando en cuenta la distribución de la especie de culebra, además de que su presencia no fue abundante en el AP, ni en el AI, como así también en el Sistema Ambiental, y además, pueda tratarse de una especie ocasional; en caso de llegar a encontrarla en la zona de la realización del proyecto, se tomarán las medidas necesarias para su ahuyentamiento y rescate, y por lo tanto, se niega la posibilidad de afectar a dicha especie.

FAUNA EN LA CITES

No se reportan en el AP, el AI y el SA especies en la CITES pero sí dentro de la última lista de aprovechamiento de aves canoras y de ornato (temporada 2020-2021) de SEMARNAT[10], en el estado de Puebla se reportan a *Spinus psaltria*, *Haemorhous mexicanus*, *Ptiliogonys cinereus*, *Toxostoma curvirostre* y *Passer domesticus* como permitidas para aprovechamiento; sin embargo, este proyecto no contempla la

[10] SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2021. Calendario de épocas hábiles 2020 - 2021 del aprovechamiento de aves canoras y de ornato. Obtenido de: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epocas-habiles-2020-2021.

comercialización sobre ellas pero se tendrá especial atención, ya sea en el ahuyentamiento, rescate y reubicación.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de fauna silvestre se realizó mediante el análisis de la riqueza específica, por lo tanto, el comparativo se realizará mediante dichas métricas en las tres unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Se presentan el número de familias, géneros y especies de cada grupo faunístico registrados en el AP, AI y SA.

Cuadro IV.192. Comparativo de la riqueza específica de la fauna silvestre en las tres unidades de análisis.

FAUNA	Área del Proyecto					Área de Influencia					Sistema Ambiental				
	Familias	Géneros	Especies	Individuos	DMg	Familias	Géneros	Especies	Individuos	DMg	Familias	Géneros	Especies	Individuos	DMg
Avifauna	5	6	6	22	1.618	8	9	9	36	2.232	13	18	20	64	4.569
Mastofauna	2	2	3	3	1.820	3	3	4	6	1.674	3	4	5	11	1.668
Herpetofauna	2	2	3	3	1.820	2	3	4	6	1.674	2	4	6	10	2.171
TOTAL	9	10	12	28		13	15	17	48		18	26	31	85	

A continuación se muestra el gráfico que representa el número neto de familias, géneros y especies de cada grupo faunístico en cada unidad de análisis:

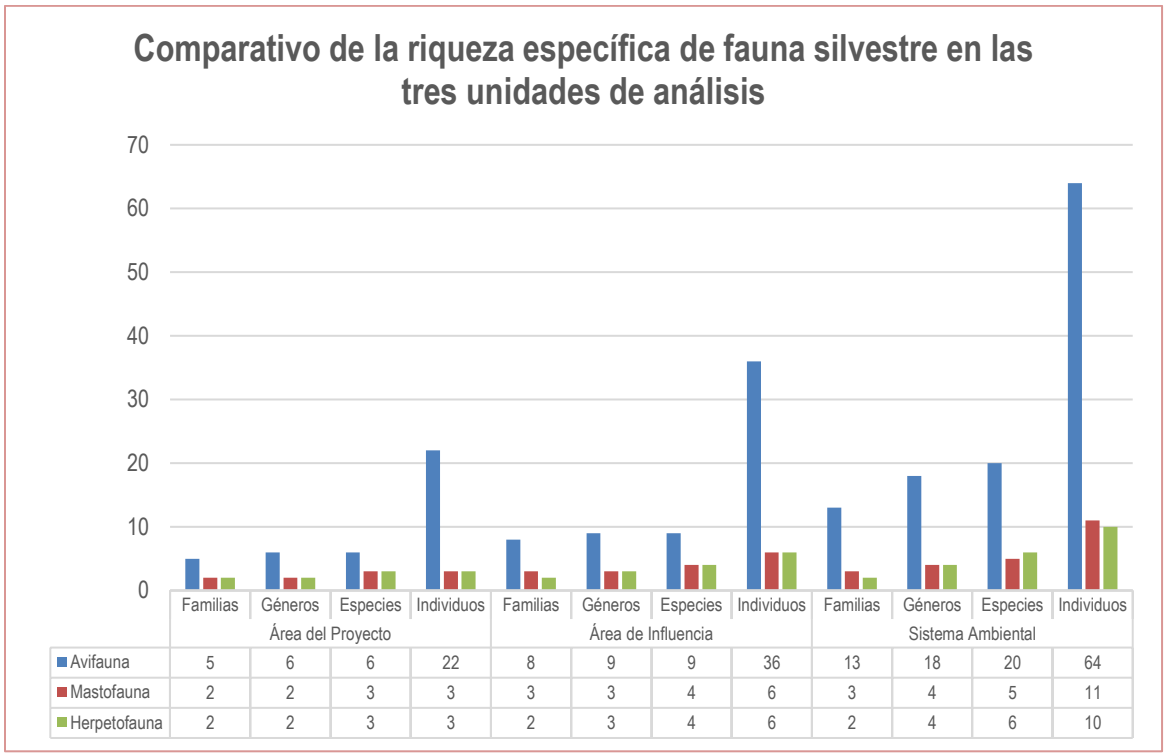


Figura IV.99. Comparativo de la riqueza específica de fauna silvestre.

Los datos de riqueza específica indican diferencias claras entre escala de unidad de análisis (AP, AI y SA), esto es debido primeramente a que el AP fue relativamente pequeño y se superó el muestreo en las

otras dos unidades de análisis casi en una proporción 1:2; sin embargo, si se duplicara la misma información del AP, difícilmente sería la misma encontrada en las otras dos unidades debido a que las especies no crecen exponencialmente conforme se aumente el área o los muestreos, sino conforme existan más condiciones de variabilidad en el ambiente tal como en el SA y no así en el AP.

MÉTRICAS DE BIODIVERSIDAD

A continuación se muestra el valor obtenido de la riqueza específica (I. Margalef), I. Shannon-Wiener, equidad y dominancia, para cada grupo faunístico, tanto para el AP, AI y SA:

Cuadro IV.193. Comparativo de las métricas de biodiversidad para la fauna silvestre en las tres unidades de análisis.

Métricas de biodiversidad	Área del Proyecto			Área de Influencia			Sistema Ambiental		
	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna
R. específica (DMg)	1.62	1.82	1.82	2.23	1.67	1.67	4.57	1.67	2.17
I. Shannon-Wiener (H´)	1.47	1.10	1.10	1.89	1.33	1.33	2.47	1.50	1.64
H´max	1.79	1.10	1.1	2.20	1.39	1.39	3.00	1.61	1.79
Equidad (J)	0.74	1	1	0.83	0.87	0.87	0.88	0.84	0.87
Dominancia (Dp)	0.26	0	0	0.17	0.13	0.13	0.12	0.16	0.13

En primer lugar se encuentra el índice de Margalef, el cual tiene diferencia entre los valores dependiendo del grupo de fauna y área estudiada; el mayor valor (mayor riqueza) de este índice corresponde a las aves del SA y el menor a la avifauna del AP.

De acuerdo al índice de Shannon, los valores de diversidad en cada unidad de análisis y cada grupo de fauna silvestre resultaron ser de medios a bajos, empezando por las aves en el SA; en el caso de los mamíferos y reptiles/anfibios, la diversidad fue parecida en cada unidad de análisis y ligeramente mayor en el SA. La equidad y dominancia, independientemente de la unidad de estudio, resultaron ser regulares a excepción de los mamíferos y reptiles/anfibios del AP que tuvieron valores de 0 en la dominancia; sin embargo, dichos valores fueron resultado de la poca cantidad de especies encontradas en el AP en ambos grupos pero en resumen, la homogeneidad de los individuos en las especies no es muy buena así como en general la diversidad y esto es mayormente marcado en el AP.

A continuación, se muestra el gráfico que muestra dichas métricas con la desviación en porcentaje correspondiente a cada una:

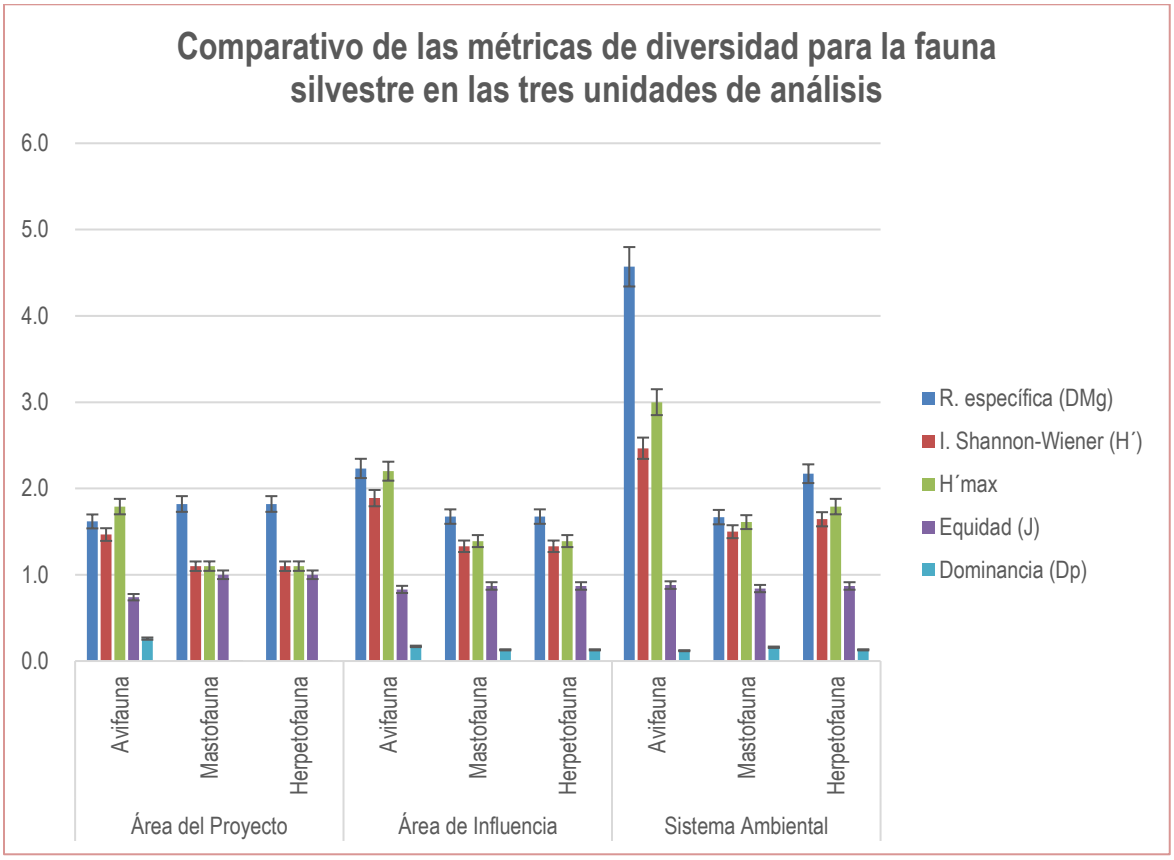


Figura IV.100. Comparativo de las métricas de biodiversidad de fauna silvestre en las tres unidades de análisis.

CONCLUSIONES FAUNA SILVESTRE: ÁREA DEL PROYECTO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL

En el caso de la avifauna para el Sistema Ambiental, esta presenta una riqueza específica alta con buena cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad alta. El Área de Influencia presenta una riqueza específica baja con buena cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad media. En el Área del Proyecto, la riqueza específica es baja con buena cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad media. La distribución de las abundancias para la avifauna en las tres unidades de análisis es regular entre las especies, por lo tanto, existen algunas especies dominantes.

En el caso de la mastofauna para el Sistema Ambiental, esta presenta una riqueza específica media con regular cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad media. El Área de Influencia presenta una riqueza específica media con regular cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad media. En el Área del Proyecto, la riqueza específica es baja con baja cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad baja. La equidad y dominancia es regular en el Sistema Ambiental, sin embargo, en el Área del Proyecto existió cero dominancia derivada de la poca cantidad de especies registradas.

En el caso de la herpetofauna para el Sistema Ambiental, esta presenta una riqueza específica media con regular cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad media. El Área de Influencia presenta una riqueza específica media con regular cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad media. En el Área del Proyecto, la riqueza específica es baja con baja cantidad de individuos, por lo tanto, una diversidad baja. La equidad y dominancia es regular en el Sistema Ambiental, sin embargo, en el Área del Proyecto existió cero dominancia derivada de la poca cantidad de especies registradas.

De acuerdo a la fauna descrita en este capítulo, la medición de la riqueza de especies se relaciona directamente con el esfuerzo de muestreo aplicado durante un estudio. En este caso, el esfuerzo de muestreo está en función del número de muestreos establecidos; sin embargo, se buscó que las unidades de muestreo fueran homogéneas en dimensiones para ser comparables entre unidades de análisis. Con base a lo anterior, las curvas de acumulación donde fue posible calcularse, muestran la mayor cantidad de especies encontradas, para que posteriormente se encuentren las menos comunes o raras; por lo tanto, en los tres grupos biológicos, las curvas en el Sistema Ambiental indican una buena cantidad de especies muestreadas presentes, sobre todo en las aves y que en comparación con el Área del Proyecto no podrían albergarse.

De acuerdo a que las especies de aves en el Área del Proyecto pueden tolerar alguna perturbación en su medio por medio de la huida; además, de que tanto la mastofauna y la herpetofauna encontradas en el Área del Proyecto son características de zonas perturbadas, incluyendo a todas las especies que se reportan en algún estatus de riesgo, todos, pueden ser ahuyentados y reubicados una vez se encuentren en el área de la realización del proyecto y bajo las condiciones de rescate adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, P. B. y Lauenroth, W. K. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. Ecology letters. 6:749-756.
- 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 Tech Univ. 218: 1-27.
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics. 11(4):265-270.
- Coddington, J. A., Young, L. H. y Coyle, F. A. 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. The Journal of Arachnology. 24:111-128.
- Colwell, R. K. y Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society. 345(1311):101-118 p.
- 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.
- Flores-Villela, O. y García-Vázquez, U. O. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85: S467-S475. DOI: 10.7550/rmb.43236.
- 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.
- Gotelli, N. J. y Colwell, R .K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology letters. 4:379-391.
- 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.
- Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

- Jiménez-Valverde, A. y Lobo, J. M. 2004. Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomisidae assemblages (Arachnida: Araneae). British Arachnological Society. En prensa.
- Lamas, G., Robbins, R. K. y Harvey, D. J. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 40:1–19.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, USA. 179 p.
- 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 Sánchez-González, T. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Spl. 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85: S460-S466. DOI: 10.7550/rmb.32027.
- Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.
- 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.
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G. y Rodríguez-Moreno, A. 2014. Biodiversidad de Chordata (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.
- Soberón, J. y Llorente, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology. 7(3): 480-488.
- Somarriba, E. 1999. Diversidad Shannon. Agroforestería en las américas. 6(123).
- Toti, D. S., Coyle, F. A. y Miller, J. A. 2000. A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spiders assemblages and a test of species richness estimator performance. British Arachnological Society. 28: 329-345.
- 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.

IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Dentro de las diversas distribuciones geográficas existentes en el estado de puebla, el proyecto se ubica en el municipio de Acajete, en la parte central del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son, 19° 00’ 30” y 19° 11’ 06” de latitud norte; los meridianos 97° 53´ 54” y 98° 00’ 00” de longitud occidental.

Colinda al norte con el estado de Tlaxcala; al sur con Tepeaca y Cuautinchán, al oriente con Nopalucán y Tepeaca y al poniente con Tepatlaxco de Hidalgo y Amozoc.

En la siguiente figura se muestra su ubicación dentro del contexto estatal.

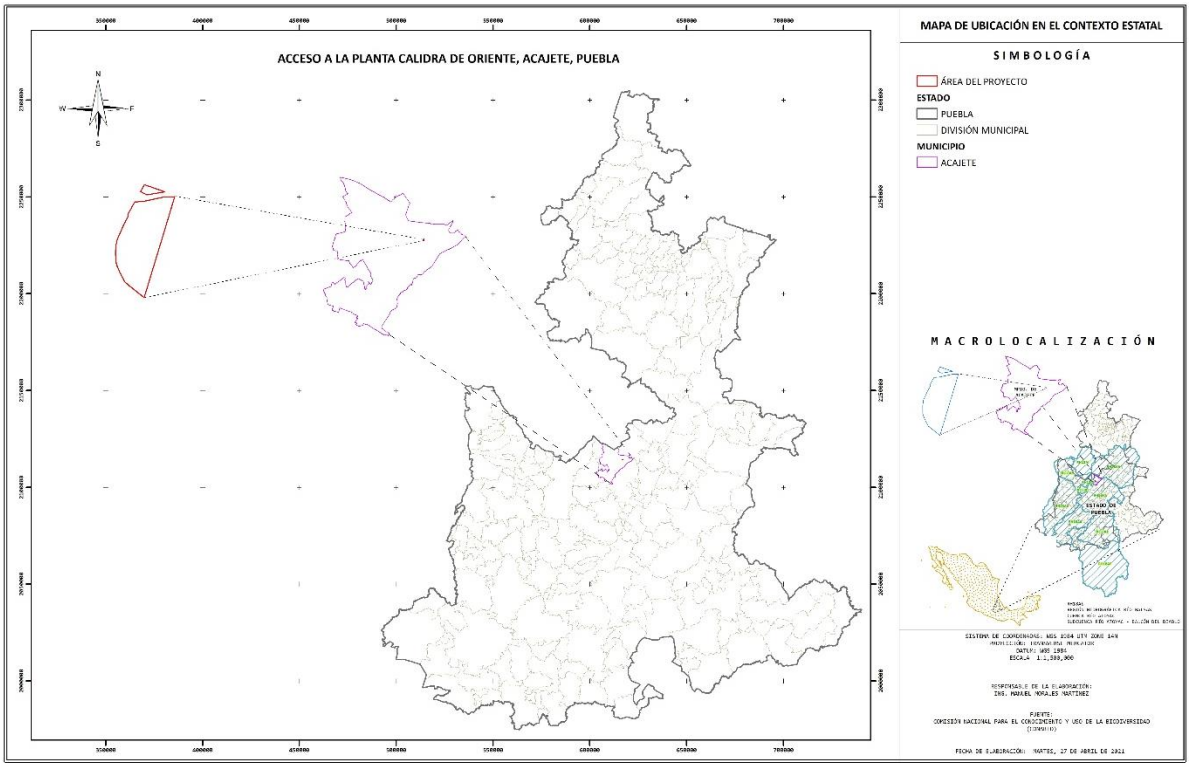


Figura IV.101. Ubicación del municipio de Acajete en el contexto estatal.

A continuación, se presentan algunos datos relevantes del municipio en donde se encuentra inmerso el proyecto.

Población

Cuadro IV.194. Datos demográficos del municipio de Acajete.

Datos demográficos	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población total	25,539	27,576	**53,115**	29,225	31,128	**60,353**
Viviendas particulares habitadas	9,737			12,011		
Distribución de la población de 5 años y más, según condición de habla indígena	1,544	1,579	**3,123**			4,131
Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena				2,005	2,157	**4,162**

Cuadro IV.195. Distribución de la población.

Distribución de la población		
Sexo	**N° de habitantes**	**%**
Hombres	29,225	48
Mujeres	31,128	52
Total	**60,353**	**100**

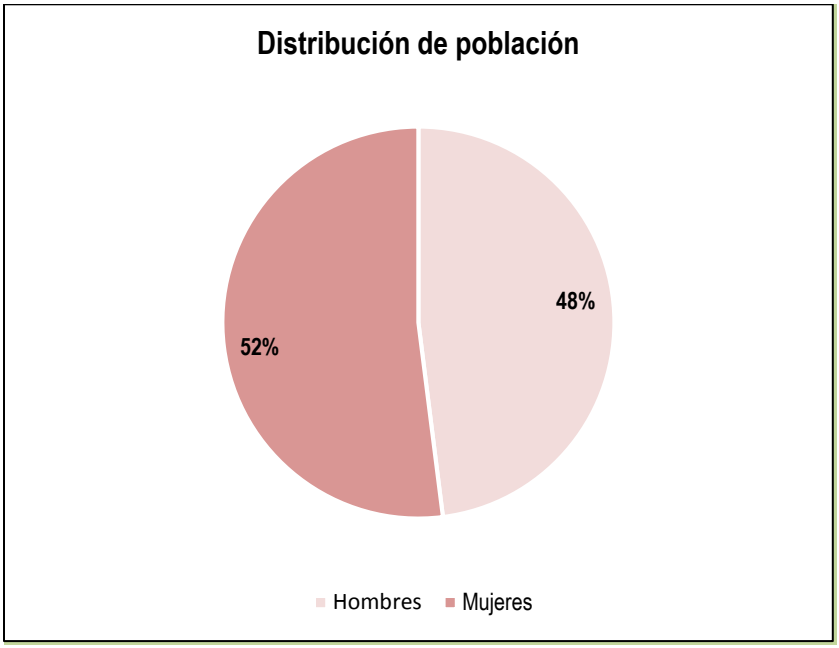


Figura IV.102. Distribución de la población con base en el sexo, 2010.

Marginación

Cuadro IV.196. Índices e indicadores del municipio de Acajete.

	2005	2010
Índices sintéticos e indicadores		
Grado de marginación *	Medio	Medio
Lugar que ocupa en el contexto estatal	163	174
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,380	1,450
Grado de rezago social municipal	Medio	Medio
Indicadores de carencia en vivienda		
Porcentaje de población en pobreza extrema		19.21
Población en pobreza extrema		13,111

(*) CONAPO clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Los datos mostrados corresponden a la información más reciente publicada por CONAPO.

Distribución de la población por condición de actividad económica según el sexo, 2010.

Cuadro IV.197. Indicadores de participación económica.

INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Población económicamente activa (PEA)	20,279	15,693	4,586
Ocupada	19,224	14,757	4,467
Desocupada	1,055	936	119
Población no económicamente activa	21,788	4,191	17,597

Población indígena

Cuadro IV.198. Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010.

INDICADOR	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Población que habla lengua indígena	4,162	2,005	2,157
Habla español	3,746	1,809	1,937
No habla español	19	8	11
No especificado	397	188	209
Población que no habla lengua indígena	51,619	24,852	26,767
No especificado	168	103	65

Vivienda

En el municipio de Acajete se registran un total de 12,006 viviendas particulares habitadas.

Educación

Cuadro IV.199. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010.

	TOTAL	ANALFABETA
Hombres	17,998	1,748
Mujeres	20,178	3,276
Total	**38,176**	**5,024**

Cuadro IV.200. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010.

NIVEL DE ESCOLARIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Sin escolaridad	4,571	1,636	2,935
Primaria completa	10,795	5,234	5,561
Secundaria completa	7,007	3,432	3,575

Economía

La cabecera municipal en los recientes años ha recibido importantes inversiones por parte de cadenas comerciales nacionales e internacionales bajo el concepto de supermercado básico, tienda de ropa y farmacias. Con esto, la comunidad se ha visto beneficiada ya que los servicios y oportunidades laborales han impulsado a la economía de la población.

La principal actividad económica en Acajete son los establecimientos que se dedican al comercio minorista en el que se dan la mayor cantidad de empleos al año.

Salud

Cuadro IV.201. Derechohabiencia.

	2005	2010
Porcentaje de población con derechohabiencia	21.97	52.60
Porcentaje de población sin derechohabiencia	77.62	47.17

Cuadro IV.202. Número de unidades de salud, según tipo.

TIPO	UNIDAD DE SUELO
Unidad de consulta externa	10
Unidad de hospitalización	2
Establecimiento de apoyo	0
Establecimiento de asistencia social	0

Turismo

Entre los principales atractivos turísticos del municipio se encuentran bellezas naturales situadas en las faldas de la Malinche, así como una estación de ferrocarril en desuso que se encuentra a 3 minutos del centro de Acajete con buenas condiciones de acceso.

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.

$$CI = \frac{Ve+Vs}{\text{Valoración máxima de caliad}} x100$$

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.203. 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.204. 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.205. 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
		Ausencia casi total de vegetación	0
	Diversidad cromática	Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Muy Baja	0

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
	Contraste cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes	4
		Acusado: variaciones de color acusadas	3
		Medio: alguna variación, pero no dominante	2
		Bajo: tonos apagados, poca variedad colores	1
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	0
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales	4
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados	3
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)	2
		Vegetación monocromática uniforme, con contrastes estacional nulo o muy bajo	1
		Ausencia casi total de vegetación	0
Agua	Superficie de agua en vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos pantanos, etc.)	4
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)	3
		Presencia puntual de carga (fuentes, manantiales, etc.)	2
		No presencia de agua	0
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente	4
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año	3
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año	2
		Caudal sin presencia	1
		Sin caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas de apariencia limpia y clara	4
		Aguas algo turbias; poco transparentes, pero no sucias	3
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable	1
		Sin presencia aguas	0
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles	4
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles	3
		Ausencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesa, etc.)	4
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas	3
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad	2
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva	1
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	0
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas	4
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad	3
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad	2
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad	1
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	0
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras	4
		Construcciones tradicionales , integradas en el paisaje o con valor artístico	3

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE			VALOR
		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.206. Calidad intrínseca del paisaje.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	2
	Pendiente	2
	F. Geológicas	0
Vegetación	Grado de cubierta	3
	Densidad	2
	Distribución horizontal	1
	Altura del estrato superior	3
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	2
	Estacionalidad	2
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	0
	Apariencia subjetiva del agua	0

Calidad intrínseca del paisaje		Valor
	Existencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	3
	Densidad viaria	0
	Construcción infraestructura	0
	Explotaciones industriales o mineras	0
	R. Históricos-culturales	0
Entorno	Escenario adyacente	2
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		2
Total		**32**

Cuadro IV.207. Factor de visibilidad

Factor de visibilidad de la actuación	Valor
Puntos observados	0.2
Distancia de observación	0.4
Frecuencia de observación	0.2
Cuenca visual	0.4
Total	**1.2**

Cuadro IV.208. Índice de calidad del paisaje.

Índice de calidad paisajística	Valor
Calidad intrínseca del paisaje	32
Factor de visibilidad	1.2
Calidad paisajística	**39**
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 39, lo que representa una categorización media, de esta manera se establece que las características actuales del área en donde se pretende desarrollar el proyecto mantiene elementos para tener una adecuada calidad del paisaje considerando los diferentes grados de fragmentación y conservación del ecosistema que presenta el sistema ambiental.

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.209. 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.210. 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.211. 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

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
	Uso de la corriente de agua (aguas arriba)
	Uso de la corriente de agua (aguas abajo)
	Acuíferos
	Disponibilidad de aguas subterráneas
	Pozos de agua
	Infraestructura hidráulica
	Infraestructura sanitaria
	Regiones hidrológicas prioritarias

Cuadro IV.212. 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.213. 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.214. 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.215. 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%)	●			2
	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			●	3

ELEMENTO	FACTOR	VALOR			VALOR ASIGNADO
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	
	Suelo con degradación	●			3
	Suelo sin degradación			●	
	J. Grado de Cubierta Vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	K. Uso de Suelo	1	2	3	
	Urbano (Industrial, comercial, servicios, habitacional)	●			3
	Agropecuario		●		
	Vegetación Natural			●	
	L. Disposición de Residuos	1	2	3	
	La zona cuenta con relleno sanitario			●	1
	La zona no cuenta con relleno sanitario	●			
	M. Regiones Terrestres Prioritarias	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una RTP			●	1
	No se encuentra dentro de una RTP	●			
Total					**31**
Valor mínimo					**13**
Valor máximo					**39**
Calidad Ambiental Suelo					**69**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Cuadro IV.216. 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	●			1
	En la zona llueve entre 100 y 200		●		
	En la zona llueve más de 200			●	
	C. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	3
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua	1	2	3	
	Mayor de 1 Km			●	1
	Menor de 1 Km	●			
	E. Apariencia subjetiva del agua	1	2	3	
	Aguas de apariencia limpia y clara			●	2
	Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias		●		
	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable o ausencia de cuerpo de agua	●			
	F. Uso del Cuerpo de Agua (aguas arriba)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	G. Uso del Cuerpo de Agua (aguas abajo)	1	2	3	
	Agrícola		●		3
	Aprovechamiento humano	●			
	Sin Uso			●	
	H. Acuíferos	1	2	3	
	La zona se ubica sobre un acuífero			●	3
	La zona no se ubica sobre un acuífero	●			
	I. Disponibilidad de Aguas Subterráneas	1	2	3	
	Existe disponibilidad de agua subterránea			●	3
	No existe disponibilidad de agua subterránea	●			
	J. Pozos de agua	1	2	3	
	Se encuentra en zona de concentración de pozos de agua	●			3
	No se encuentra en zona de concentración de pozos de agua			●	
	K. Infraestructura hidráulica	1	2	3	
	La zona cuenta con red de agua potable			●	3
	La zona no cuenta con red de agua potable	●			
	L. Infraestructura Sanitaria I	1	2	3	
	La zona cuenta con red de drenaje sanitario			●	3
	La zona no cuenta con red de drenaje sanitario	●			
	M. Infraestructura Sanitaria II	1	2	3	
	La zona cuenta planta de tratamiento de aguas residuales			●	1
	La zona no cuenta planta de tratamiento de aguas residuales	●			
	N. Regiones Hidrológicas Prioritarias	1	2	3	
	La zona se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria			●	3
	La zona no se ubica dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
Total					**33**
Valor mínimo					**14**
Valor máximo					**42**
Calidad Ambiental del Agua					**68**
Categorización					**Moderadamente Alta**

Cuadro IV.217. 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	●			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
	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
	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%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	H. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	I. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			3
	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					**20**
Valor mínimo					10
Valor máximo					30
Calidad Ambiental Atmosférica					**50**

Elemento	Factor	Valor	Valor asignado
Categorización			Media

Cuadro IV.218. 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	●			3
	El sistema ambiental regional cuenta del 31 % al 60 % de vegetación natural		●		
	El sistema ambiental regional cuenta con más del 61 % de vegetación natural			●	
	B. Tasa de cambio de uso de suelo	1	2	3	
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es menor al 30 %			●	3
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es entre 31 % al 60%		●		
	La tasa de cambio de uso de suelo de vegetación natural es mayor al 61 %	●			
	C. Especies Protegidas de flora	1	2	3	
	Se tiene especies listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010			●	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			●	1
	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			●	3
	No está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria	●			
	H. Ares de importancia para la conservación de aves	1	2	3	
	Esta dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves			●	1
	No está dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves	●			
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una política ambiental de conservación			●	1
	Se encuentra dentro de una política ambiental de aprovechamiento		●		
	Se encuentra dentro de una política ambiental de restauración	●			
	J. Diversidad de flora	1	2	3	
	La diversidad de flora es alta			●	1
	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			●	1
	La diversidad de fauna es media		●		
	La diversidad de fauna es baja	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	L. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	31 - 60 %		●		
	0 - 30 %	●			
	N. Altura de la vegetación	1	2	3	
	Estrato de árboles altos: > 8 m	●			1
	Árboles bajos y/o matorral medio: 3 - 8 m		●		
	Ausencia casi total de vegetación			●	
	O. Uso de suelo	1	2	3	
	El sitio se ubica en zona industrial	●			3
	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					**28**
Valor mínimo					**17**
Valor máximo					**51**
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					**32**
Categorización					**Moderadamente Baja**

Cuadro IV.219. 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			●	1
	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%			●	1
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es menor del 50%	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	D. Grado de Marginación	1	2	3	
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es alto o muy alto	●			2
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es medio		●		
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es bajo o muy bajo			●	
	E. Actividades socioeconómicas	1	2	3	
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
	F. Pueblos Indígenas	1	2	3	
	El porcentaje de población indígena en el municipio es mayor del 40%			●	2
	El porcentaje de población indígena en el municipio es menor del 40%		●		
	No existe población indígena en el municipio	●			
	G. Educación	1	2	3	
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es medio superior			●	3
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es 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					**13**
Valor mínimo					**8**
Valor máximo					**24**
Calidad Ambiental Socioeconómica					**31**
Categorización					**Moderadamente Baja**

A continuación se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento.

Cuadro IV.220. Resumen del índice de calidad ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	69	Moderadamente Alta
Agua	68	Moderadamente Alta
Flora y fauna	32	Moderadamente Baja
Socioeconómico	31	Moderadamente Baja

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a baja, siendo el factor atmósfera el que presentan la categoría de media, flora y fauna y socioeconómicos presenta categorías consideradas como moderadamente bajas, y el resto de los factores como moderadamente alta.

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 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 presenta 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, así como tampoco existe infraestructura alguna que requiera el uso de este elemento. En caso dado de perturbar algún elemento, se aplicaran las medidas emergentes correspondientes.

Aire

En el aspecto atmosférico podemos decir que en el área de influencia la mayor superficie esta predominada por vegetación, por lo que se puede decir que la presencia de vegetación propicia la prevalencia de una buena calidad atmosférica.

Flora y fauna

Como ya se mencionó anteriormente, la mayor parte del área de influencia se encuentra provista de vegetación. En el aspecto faunístico para el área del proyecto se encuentra una especie con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo *Thamnophis eques* con condición de Amenazada, 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 canto a flora, todas las especies encontradas dentro de la zona de interés se hallan 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 en el ANEXO 15. ANEXO CARTOGRÁFICO, CAPÍTULO IV.

IV.4 BIBLIOGRAFÍA

[i] 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.

[ii] Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED. Consultado en 06 de febrero de 2018: www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/

[iii] Diccionario de datos Fisiográficos 1:1 000 000

[iv] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[v] 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.

vi 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.

vii 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 VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

ÍNDICE GENERAL

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 2

VI.1.1 BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PROYECTO. 2

VI.1.2 IMPACTOS IDENTIFICADOS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 3

VI.1.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PROPUESTAS. 4

VI.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 9

VI.1.4.1 AGUA. 9

VI.1.4.2 AIRE. 16

VI.1.4.3 SUELO. 24

VI.1.4.4 FLORA. 37

VI.1.4.5 FAUNA. 56

VI.1.4.6 PAISAJE. 59

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA). 62

VI.2.1 INTRODUCCIÓN. 62

VI.2.2 OBJETIVOS. 62

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL. 62

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 62

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO. 62

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 63

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. 63

VI.2.6 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS. 69

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). 71

VI.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. 73

VI.3.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 73

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS. 73

VI.5 BIBLIOGRAFÍA 75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto. 2
Cuadro VI.2. Fauna existente en la zona del proyecto. 3
Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental. 4
Cuadro VI.4. Medidas contra impactos propuestas. 5
Cuadro VI.5. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto. 6
Cuadro VI.6. Costos de la delimitación del proyecto. 9
Cuadro VI.7. Comparativo de infiltración del Sistema ambiental, Área de influencia y Área del proyecto. 11
Cuadro VI.8. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de vegetación. 11
Cuadro VI.9. Comparativo escurrimiento/infiltración. 12
Cuadro VI.10. Obras de retención de infiltración de agua. 13
Cuadro VI.11. Costos estimados de la construcción de las terrazas individuales. 15
Cuadro VI.12. Costos del mantenimiento de las terrazas individuales. 16
Cuadro VI.13. Costos estimados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. 17
Cuadro VI.14. Costos estimados para el humedecimiento de las superficies. 19
Cuadro VI.15. Contenido de carbono en el Área del proyecto. 20
Cuadro VI.16. Número de individuos por especie a reforestar 21
Cuadro VI.17. Contenido de carbono y de biomasa aérea por especie en el número total de individuos a establecer en el área de la reforestación. 21
Cuadro VI.18. Toneladas de carbono que se captarán en la superficie de reforestación 21
Cuadro VI.19. Toneladas de carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación. 22
Cuadro VI.20. Cantidad de material resultante del despalme a rescatar. 26
Cuadro VI.21. Costos estimados para el rescate del material resultante del despalme. 30
Cuadro VI.22. Datos de erosión en el Área de cambio de uso de suelo. 30
Cuadro VI.23. Erosión del área sujeta a evaluación. 31
Cuadro VI.24. Densidad aparente del suelo. 31
Cuadro VI.25. Retención de azolve por el acomodo del material vegetal muerto. 34
Cuadro VI.26. Costos estimados para realizar el acomodo del material vegetal muerto. 34
Cuadro VI.27. Costos estimados del mantenimiento del acomodo del material vegetal muerto. 34
Cuadro VI.28. Costos estimados de los recorridos, recolección y colocación de los contenedores. 36
Cuadro VI.29. Criterios para la determinación de las especies a reubicar. 39
Cuadro VI.30. Determinación de las especies a rescatar y reubicar 40
Cuadro VI.31. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar 43
Cuadro VI.32. Criterios para la determinación del número de individuos por especies a reubicar 45
Cuadro VI.33. Especies propuestas para su rescate y reubicación 49
Cuadro VI.34. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora. 50
Cuadro VI.35. Costos estimados del mantenimiento de la flora rescatada. 51
Cuadro VI.36. Especies propuestas para reforestar. 52
Cuadro VI.37. Costos estimados de la reforestación. 55
Cuadro VI.38. Costos estimados del mantenimiento de la reforestación. 56
Cuadro VI.39. Cotización de material de gasto único. 58
Cuadro VI.40. Cotización de personal y activos de gasto constante. 58
Cuadro VI.39. Costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental. 59
Cuadro VI.40. Costos estimados para la colocación de carteles preventivos. 60
Cuadro VI.41. Costos para la limpieza y el retiro de la maquinaria. 61
Cuadro VI.42. Programa de vigilancia ambiental. 64
Cuadro VI.43. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos. 70
Cuadro VI.44. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 71
Cuadro VI.45. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas de mitigación. 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Gráfica del contenido de carbono en la reforestación.....24
Figura VI.2. Área de resguardo del material orgánico.....28
Figura VI.3. Triángulo de especies presentes para bosque de encino en el AP.....46
Figura VI.4. Plano del área de reubicación de flora silvestre.....48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas.....12
Imagen VI.2. Esquema de infiltración del agua.....13
Imagen VI.3. Parque eólico PIER 220, AÑO 2018-2019, construcción de terrazas individuales.....14
Imagen VI.4. Proyecto puente alcantarilla en bosque de Chapultepec, Puebla. 2015, reforestación con terrazas individuales.....14
Imagen VI.5. Ejemplo del mantenimiento de las terrazas individuales.....16
Imagen VI.6. Humedecimiento de las áreas.....18
Imagen VI.7. Parque eólico PIER 220 año 2018, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas.....18
Imagen VI.8. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas 2.....19
Imagen VI.9. Erosión eólica en el desmonte.....24
Imagen VI.10. Ejemplo de las Geoceldas instaladas a partir del proyecto "*Calidra de Oriente S.A. de C.V. (2019)".*.....25
Imagen VI.11. Ejemplo del transporte de tierra fértil.....27
Imagen VI.12. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 1, *Calidra de oriente S.A. de C.V., 2019*.....29
Imagen VI.13. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 2, *Calidra de oriente S.A. de C.V., 2019*.....29
Imagen VI.14. Dimensión de un cordón para el acomodo de material vegetal muerto.....32
Imagen VI.15. Fórmula para determinar la retención de azolve.....32
Imagen VI.16. Compensación de la pendiente.....33
Imagen VI.17. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 1.....35
Imagen VI.18. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 2.....36
Imagen VI.19. Especies propuestas a rescatar y reubicar.....41
Imagen VI.20. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación.....47
Imagen VI.21. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, rescate de flora silvestre.....49
Imagen VI.22. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, reubicación de flora silvestre.....50
Imagen VI.23. Ejemplo de las actividades post-reubicación.....51
Imagen VI.24. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 1.....52
Imagen VI.25. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 2.....53
Imagen VI.26. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 3.....53
Imagen VI.27. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 1.....54
Imagen VI.28. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 2.....54
Imagen VI.29. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 3.....55
Imagen VI.30. Ejemplo de pláticas de concientización ambiental.....59
Imagen VI.31. Ejemplo de la colocación de carteles preventivos.....60
Imagen VI.32. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, limpieza del área 1.....61

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 SA y en el cual se insertará el área del proyecto (AP) o también llamado 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, 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).

Considerando 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 previos, 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 encino**, así como el recurso suelo. La obra considera un cambio de uso de suelo con una superficie de 0.9135 ha., representando el 0.0821% del área total que ocupa en la superficie total del sistema ambiental (SA).

- **Flora encontrada en el área del proyecto.**

Cuadro VI.1. Flora que se presenta en el área del proyecto.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ESTRATO ARBÓREO			
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo
ESTRATO ARBUSTIVO			
Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Membrillito
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Azoyate
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Jara
Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium pycnocephalum*	Hierba del pasmo
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium discolor*	Tepepoca
Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus standleyi*	Vara negra
Caprifoliaceae	*Symphoricarpus*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
ESTRATO HERBÁCEO			
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua scorpioides*	Pasto
Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Bramilla
Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia distichophylla*	Liendrilla cola de zorra

- **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 de fauna silvestre. 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			
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT**
Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	SC
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	SC
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	SC
Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	SC
Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	SC
Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	SC
MASTOFAUNA			
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT**
Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC
Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	SC
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	SC
HERPETOFAUNA			
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT**
Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	SC
Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	SC
Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	**A**

De las especies anteriormente mencionadas para la flora y la fauna silvestre, se indica que **ninguna** se encuentra con algún estatus de categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, no se descarta la posibilidad de rescatar algún individuo si se llegase a encontrar.

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 "**ACCESO A LA PLANTA CALIDRA DE ORIENTE, ACAJETE, PUEBLA**", se ocasionarán los siguientes impactos:

Impactos generados:

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	Uso de los sanitarios existentes
M3	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales y AMVM)
M4	Horarios de trabajo bajo normativa
M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo
M6	Humedecimiento de las superficies
M7	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo
M8	Rescate del material resultante del despalme
M9	Colocación de contenedores para residuos sólidos
M10	Rescate y reubicación de flora
M11	Reforestación con especies nativas
M12	Ahuyentamiento de fauna silvestre
M13	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre
M14	Pláticas de concientización ambiental
M15	Colocación de carteles preventivos
M16	Limpieza y retiro de la maquinaria
MANTENIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Mm1	Mantenimiento de las obras de conservación de suelos
Mm2	Mantenimiento de la flora rescatada
Mm3	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 500 m
			M2	Utilización de los sanitarios existentes	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de los baños existentes dentro de la planta, estos reciben un mantenimiento periódicamente durante todo el tiempo de actividad.	Prevención	Disponibles en la planta
			M3	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Como medida se plantea el rescate de especies con alto valor ecológico y cultural (flora), para asegurar la sobrevivencia se contempla la ejecución de terrazas individuales. Estas obras cumplen con la función de retener el agua pluvial favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.	Mitigación	93 terrazas individuales.
	Aire	Suspensión de partículas	M4	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 CUS y la suspensión de partículas y el confort sonoro.	Prevención	Se trabajaran 8 horas diarias.
			M5	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.
			M6	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	M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.
			M4	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	M7	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 la duración de las actividades

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
			M3	Obras de conservación de suelos (AMVM)	Establecer mecanismos que incentiven la conservación del suelo y reduzcan la erosión.	Mitigación	110 m de AMVM, con una capacidad de retención de 41.80 ton. de azolve.
		Pérdida del material orgánico	M8	Rescate del material resultante del despalme	*No habrá una pérdida de suelo* puesto que se pretende utilizar el mismo material removido en las geoceldas con las que cuenta la planta. (ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO)	Prevención	En una superficie de 0.9135 ha., y un volumen 548.10 m³.
		Contaminación del suelo	M9	Colocación de contenedores para residuos sólidos	El cambio de uso de suelo se realizará de manera paulatina en un periodo de 1 año y medio, 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. Sin embargo, en caso de que se lleguen a generarlos, deberán contenerse y disponerse en los almacenes correspondientes, en el área de residuos y en los contenedores satélite distribuidos en la empresa.	Prevención	Vigilancia continua y recolección de residuos
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M10	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 13. PROG. RESCATE_FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Prevención	93 individuos a rescatar
			M11	Reforestación con especies nativas	Se propone la realización de una reforestación fuera del área del proyecto. Se buscarán zonas sin vegetación y con las mismas condiciones ambientales de su origen por lo que dicho ecosistema pretende compensar la remoción de vegetación con el establecimiento de flora nativa. (ANEXO 12. PROG. REFORESTACIÓN)	Compensación	571 individuos en una superficie de 0.9135 ha.
	Fauna	Modificación del hábitat	M12	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, 0.9135 ha.
			M13	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 14. PROG. RESCATE_FAUNA).	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 0.9135 ha.
		Modificación del paisaje	M14	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 al mes, durante los 18 meses de CUS
			M15	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	3 carteles en toda el área de 0.9135 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
Perceptual	Paisaje		M16	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, 0.9135 ha.
			M1	Restingir 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 500 m
			M9	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
			M11	Reforestación con especies nativas	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.	Compensación	Reposición de 228 individuos, en la zona de reforestación.

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 (350 m)				
	Trazo de la línea de marcado, sólo cortando ramas para lograr la visibilidad.	Jornal	$200.00	4	$800.00
	Delimitación de la superficie de CUS (con cal)	Jornal	$200.00	3	$600.00
Sub-Total					**$2,170.00**
0.5	**Insumos**				
	Bulto de cal	Pieza	$110.00	3	$330.00
	Delimitación del área (150 m)				
	Trazo de la línea de marcado, sólo cortando ramas para lograr la visibilidad.	Jornal	$200.00	3	$600.00
	Delimitación de la superficie de CUS (con cal)	Jornal	$200.00	2	$400.00
Sub-Total					**$1,330.00**

COSTO TOTAL $3,500.00

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. *Calidra de Oriente S.A. de C.V.* como una empresa ya constituida, cuenta con instalaciones de sanitarios fijos por lo que dicha necesidad se prevé cubierta. Además, la empresa cuenta con una rutina de mantenimiento paulatino y/o cuando es requerido.

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.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, TERRAZAS INDIVIDUALES (MITIGACIÓN)

Atendiendo el análisis del balance hídrico presentado en el capítulo IV del presente estudio, se puede señalar que en la superficie del S.A. se presenta una infiltración de 1,604,549.23 m^3 de agua cada año; así mismo, respecto al área del proyecto correspondiente a 0.9135 ha., con una precipitación de 755.10 mm., adquieren una infiltración de 1,423.22 m^3 de agua anualmente, lo que representa el 0.0886% 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	8,438,011.60	100.00
Volumen EVT	5,656,708.24	67.04
Volumen escurrimiento	1,176,754.13	13.95
Volumen infiltración	**1,604,549.23**	**19.02**
ÁREA DE INFLUENCIA (m^3/año)		
Balance hídrico	**m3/año**	**%**
Volumen precipitado	71,805.48	100.00
Volumen EVT	8,660.60	12.06
Volumen escurrimiento	14,815.56	20.63
Volumen infiltración	**0.00**	**0.00**
ÁREA DEL PROYECTO (m^3/año)		
Balance hídrico	**m3/año**	**%**
Volumen precipitado	6,897.84	100.00
Volumen EVT	4,642.65	67.31
Volumen escurrimiento	831.96	12.06
Volumen infiltración	**1,423.22**	**20.63**

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 a 380.44 m^3 de agua, y por ende una disminución de infiltración (-380.44 m^3).

Cuadro VI.8. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de vegetación.

BALANCE HÍDRICO CON REMOCIÓN (m^3/año)		
ÁREA DEL PROYECTO		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	6,897.84	100.00
Volumen EVT	4,642.65	67.31
Volumen escurrimiento	1,212.40	17.58
Volumen infiltración	**1,042.79**	**15.12**

Cuadro VI.9. Comparativo escurrimiento/infiltración.

Balance hídrico	Actual (m^3/año)	Con remoción (m^3/año)	Diferencia (m^3/año)
Volumen escurrimiento	831.96	1,212.40	380.44
Volumen infiltración	1,423.22	1,042.79	-380.44

Por lo tanto, actualmente existe una infiltración de 1,423.22 m^3/año correspondiente al área sometida a evaluación, ejecutando el proyecto tendremos una infiltración menor de 1,042.79 m^3, aumentando el volumen de escurrimiento a 1,212.40 m^3, no obstante, durante la ejecución del cambio de uso de suelo el agua se seguirá filtrando dentro y fuera del mismo. Cabe destacar que está cifra ocupa solo el 0.0886% de la total del S.A.

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.

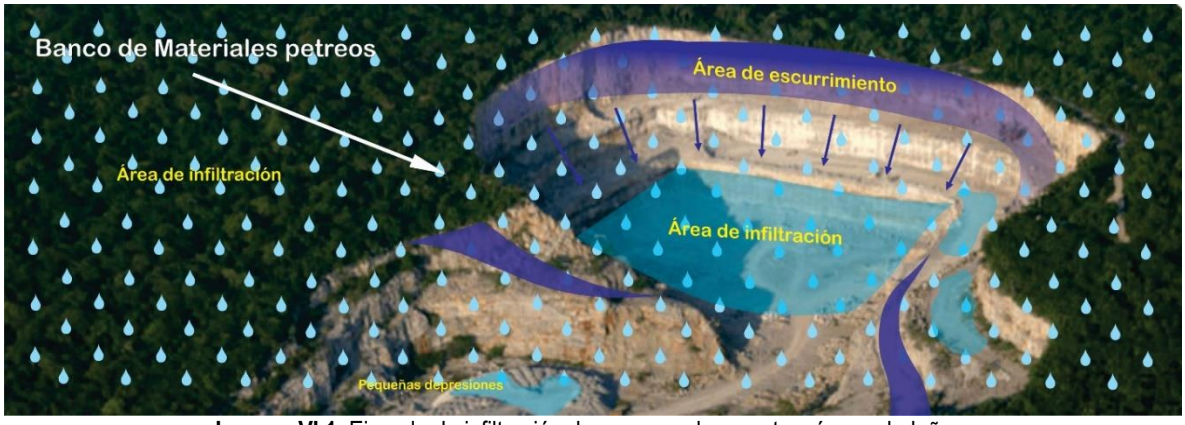


Imagen VI.1. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas.

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.

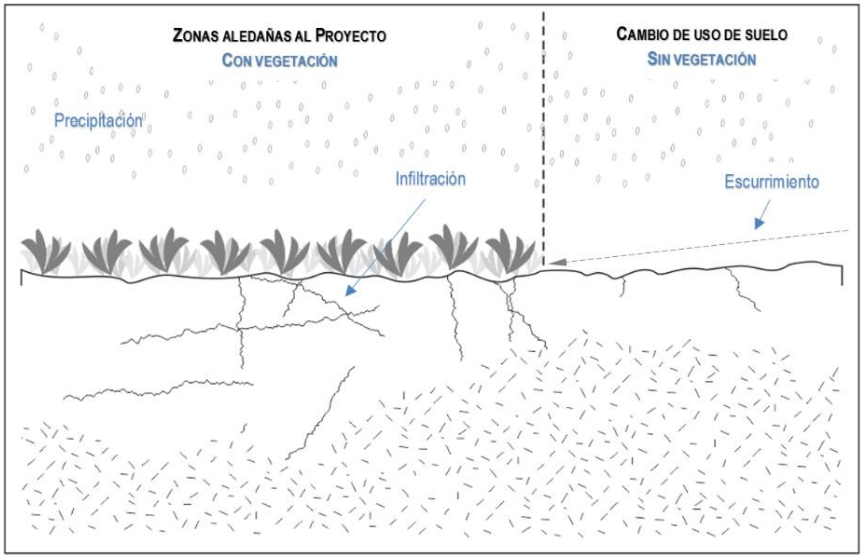


Imagen VI.2. Esquema de infiltración del agua

Obras de conservación de suelos

Para el caso de la infiltración, se plantea la realización de terrazas individuales para las especies propuestas a rescate. Las terrazas son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel, de un metro de diámetro y 10 cm de profundo. En la parte central de ellas se establece una especie forestal, en este caso, la especie rescatada.

Por lo tanto, si se llegase a perder infiltración, con la ejecución de las terrazas individuales y realizando los cálculos correspondientes a la retención de agua, se obtiene que al implementar 93 terrazas para los individuos a rescatar, se ganará una infiltración de **621.56 m^3.**

Cuadro VI.10. Obras de retención de infiltración de agua.

Obras	Retención de m^3 por cada obra	Superficie propuesta (ha)	Número de obras totales (pieza)	Días promedio de lluvia al año	Retención total de agua con las obras (m^3)
Terraza individual	0.079	9.5095	93	85	621.56
Total					**621.56**

Con la realización de estas obras se compensaría en un 163.38% la infiltración que potencialmente se podría causar por el cambio de uso de suelo, cuya cifra corresponde a 380.44 m^3.

Cabe aclarar que la superficie propuesta para las obras es la que se tiene como Área de influencia, sin embargo, no se utilizará toda, ya que se prevé el establecimiento de las especies a rescatar y reubicar únicamente en los claros existentes.

PERSPECTIVA DE ÉXITO:

Al realizar el rescate de las especies procedentes de la superficie del proyecto se asegura la continuidad de los organismos en el ecosistema, añadiendo obras de conservación de suelos como en este caso, se aumenta el porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares.

Para ejemplo, a partir de experiencias anteriores como en el proyecto “PIER 220”, referente a la colocación de numerosos aerogeneradores, se implementaron medidas de mitigación que contrarrestarán los impactos generados por la construcción y colocación de los mismos, entre ellas la construcción de obras de conservación de suelos como terrazas individuales para los organismos a rescatar.

Imagen VI.3. Parque eólico PIER 220, AÑO 2018-2019, construcción de terrazas individuales.

Imagen VI.4. Proyecto puente alcantarilla en bosque de Chapultepec, Puebla. 2015, reforestación con terrazas individuales.

COSTOS:

Para la determinación de los costos de las actividades, se tomó en cuenta el **ACUERDO[1] mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación**[i].

Cuadro VI.11. Costos estimados de la construcción de las terrazas individuales.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Trazo de curvas de nivel					
Trazo de curvas de nivel con 1 brigada (topógrafo y un estadalero)	Brigada	$0.41	93	$25.42	$38.13
Sub-Total					**$38.13**
Diseño de obra					
Diseño a tres bolillo y ubicación con cal	Jornales	$1.50	93	$93.00	$139.50
Sub-Total					**$139.50**
Conformación de terraza individual.					
Limpia, excavación y conformación de bordo y elaboración de terrazas individuales	Pieza	$4.50	93	$279.00	$418.50
Sub-Total					**$418.50**
Total		**$6.41**	**-**	**$397.42**	**$596.13**

Mantenimiento de las obras de conservación de suelos

El mantenimiento de las obras de conservación de suelos cuyo caso corresponde a la construcción de terrazas individuales, evaluará el éxito de la plantación. Este corresponde al deshierbe de la terraza, limpieza y desazolve, realizando el buen seguimiento de la mismas incrementará las posibilidades de sobrevivencia y crecimiento del individuo plantado.

En cuanto al seguimiento de las obras de conservación de suelo, será durante el rescate de flora, en los meses 8 y 11 después de que dé inicio el proyecto, y en el segundo semestre de los 3 años posteriores al término del CUS. El mantenimiento contempla principalmente el deshierbe.

[1] Comisión Nacional Forestal, ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, Diario Oficial, jueves 31 de julio de 2014.

Imagen VI.5. Ejemplo del mantenimiento de las terrazas individuales.

COSTOS:

Los costos para el mantenimiento de las terrazas individuales se presentan en el Cuadro VI.12

Cuadro VI.12. Costos del mantenimiento de las terrazas individuales.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO MES ($)	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Mantenimiento de las obras de conservación de suelos y reforestación						
Deshierbe en terrazas individuales	Hectárea	$2,023.24	0.085	$171.98	$2,063.70	$3,095.56
Sub-Total				**$171.98**	**$2,063.70**	**$3,095.56**
Asesoría técnica						
Asesoría técnica	Hectárea	$1,673.30	0.085	$142.23	$1,706.77	$2,560.15
Sub-Total				**$142.23**	**$1,706.77**	**$2,560.15**
Total				**$314.21**	**$3,770.47**	**$5,655.71**

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 CUS 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.13.

Cuadro VI.13. Costos estimados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Maquinaria y equipo	Costo de mantenimiento/mes	Cantidad	Costo anual ($)	Años que se requiere hacer la actividad	Total
Retroexcavadora	$3,000.00	1	$36,000.00	1.5	$54,000.00
Camión de volteo 7 m^3	$3,500.00	2	$42,000.00	1.5	$63,000.00
Motosierra	$250.00	2	$3,000.00	1.5	$4,500.00
Total			**$81,000.00**		**$121,500.00**

HUMEDECIMIENTO DE SUPERFICIES (PREVENCIÓN)

Debido al tipo de actividad principal a realizar, se contempla la generación de partículas suspendidas (polvo), mismas que tendrían un impacto directo a la atmosfera, por lo que se prevé el humedecimiento de aquellas zonas en donde exista la probabilidad de generación de dichas partículas de modo que no se rebase aquellos límites permisibles establecidos por las diversas normas legales aplicables, esta actividad estará a cargo de la misma empresa promovente.

Para el caso de la implementación de la presente medida se contempla que sea realizado 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.

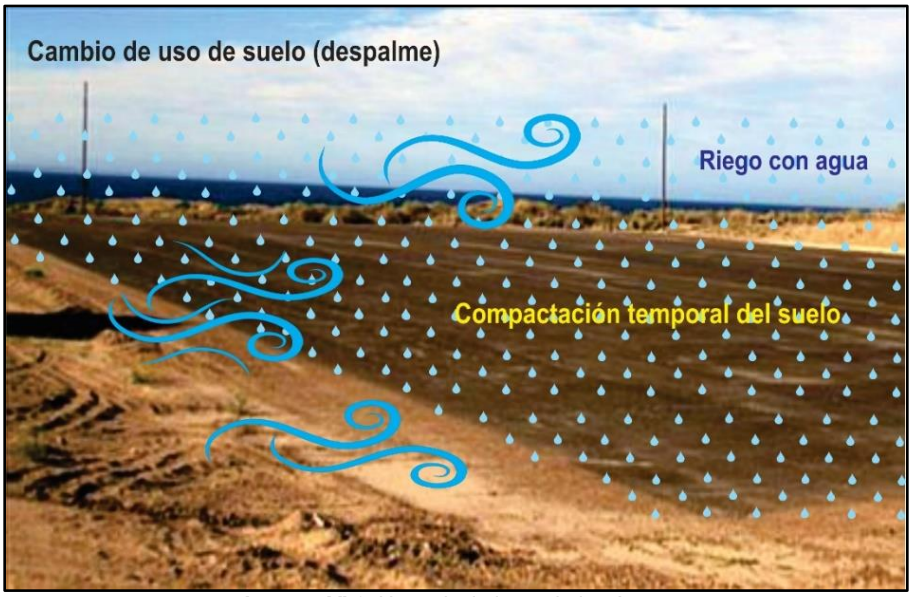


Imagen VI.6. Humedecimiento de las áreas

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 puede observar en las imágenes a continuación.

Imagen VI.7. Parque eólico PIER 220 año 2018, humedecimiento de las áreas con suspensión de partículas.

Imagen VI.8. 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.14

Cuadro VI.14. Costos estimados para el humedecimiento de las superficies.

Concepto	Unidad	Costo unitario ($)	Cantidad	Costo/mes (1) ($)	Costo anual ($)
Riego en el área de cambio					
Riego con pipa de agua de 10,000 litros	Unidad	$2,000.00	1	$2,000.00	$10,000.00
Total				**$2,000.00**	**$10,000.00**

CAPTURA DE CARBONO Y BIOMASA AÉREA (REFORESTACIÓN)

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:

Masera et al., (2000)i realizó un estudio donde se describen las metodologías para el cálculo de la captura unitaria del carbono, que se define como la estimación del contenido de carbono en todos y cada uno de los reservorios presentes en un área considerada. Estos últimos incluyen: carbono contenido en la vegetación (Cv); carbono contenido en la materia orgánica en descomposición (Cd); carbono contenido en los suelos (Cs); carbono contenido en productos forestales (Cp); carbono ahorrado por la sustitución de combustibles (Cf). Cabe destacar que, para el cálculo de carbono contenido en la vegetación, se propone la siguiente metodología: De manera particular, dentro del método de recolección de información se utiliza datos de sitios por lo que a continuación se describe la fórmula general para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa aérea de acuerdo a los datos obtenidos:

De manera particular, dentro del método de recolección de información se utilizan datos de sitios por lo que a continuación se describe la fórmula general para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa aérea de acuerdo a los datos obtenidos:

$$CBA = V * WD * BEF * CC$$

Dónde:
CBA: Carbono contenido en la biomasa aérea.
V: Volumen de la madera (m^3)
WD: Densidad de la madera (g/cm^3)
BEF: Factor de Expansión de Biomasa (por sus siglas en inglés).
CC: Contenido de Carbono.

Los Factores de Expansión de Biomasa (BEF) se reportan en promedio de 1.3 y hasta que no se genere nueva información se acepta este valor para estimar la biomasa de la vegetación, considerando el volumen total de árboles.

Por otra parte, se menciona que el valor promedio comúnmente empleado para calcular el contenido de carbono es de 0.5, debido a que aproximadamente el 50% del peso seco de cualquier organismo vegetal lo constituye el carbono.

Los valores estimados de contenido de carbono, a partir del muestreo realizado en el área de CUSTF, se presenta en el Cuadro X.17.

Cuadro VI.15. Contenido de carbono en el Área del proyecto.

Especie	Nombre común	Vol. Total (m^3)	Densidad básica (g/cm^3)	BEF	Contenido de carbono (ton)	Biomasa aérea (ton)
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	0.096	0.7	1.3	0.044	0.088
Juniperus deppeana	Táscate	88.283	0.47	1.3	26.97	53.941
Pinus pseudostrobus var. apulcensis	Pino lacio	71.436	0.55	1.3	25.539	51.077
Quercus castanea	Capulincillo	0.691	0.63	1.3	0.283	0.566
TOTAL					**52.835**	**105.6712**

Por lo tanto, el contenido de carbono total que se dejará de captar en el AP es de **52.835 toneladas**; así mismo, el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmosfera en cuanto se lleve a cabo la remoción de la vegetación en el AP es de **105.671 toneladas.**

Compensación por la ejecución del proyecto

Con el fin de compensar la cantidad de carbono que se dejará de captar con la pérdida de cobertura vegetal y el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera en la etapa del desmonte, se establece como medida de mitigación una reforestación con especies similares a las del AP, es decir especies nativas.

La superficie propuesta para reforestar y necesaria para compensar los impactos es de **0.9135 hectáreas,** con una densidad de plantación de 625 individuos, es decir, a un espaciamiento de 4 x 4 metros, utilizando el método de tres bolillo. A continuación, se presentan las especies y el número de plantas a reforestar.

Cuadro VI.16. Número de individuos por especie a reforestar

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 40%
Juniperus deppeana	Táscate	0.9135	75	428	171
Quercus castanea	Capulincillo		25	143	57
TOTAL		**0.9135**	**100**	**571**	**228**

De acuerdo al número de individuos por especie a reforestar se obtuvo la cantidad de carbono que se captará, así mismo, se obtuvo la cantidad de carbono en la biomasa aérea dentro de la superficie de reforestación como se muestra en el Cuadro VI.17.

Cuadro VI.17. Contenido de carbono y de biomasa aérea por especie en el número total de individuos a establecer en el área de la reforestación.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR	NÚMERO DE INDIVIDUOS	CONTENIDO DE CARBONO (TON)-SUPERFICIE DE REFORESTACIÓN	CONTENIDO DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA TOTAL (TON)
Juniperus deppeana	Táscate	0.9135	428	31.145	73.915
Quercus castanea	Capulincillo		143	26.762	41.073
Total		**0.9135**	**571**	**57.907**	**114.988**

Para obtener una visualización de los resultados en cuanto a la captura de carbono y retención de biomasa dentro de la reforestación propuesta, se realizó una proyección a lo largo de **35 años,** precisos para compensar la pérdida por el cambio de uso de suelo.

Por lo que se tiene:

- **Resultados del contenido en la zona de reforestación**

Con la remoción de vegetación forestal en las áreas propuestas para el proyecto, se obtiene que el contenido de carbono que se derrochará es **52.835 toneladas**, sin embargo, con la realización de las obras de conservación se estima que a partir del **año 35** las especies plantadas logren un **contenido de carbono de 57.91 ton,** con ello se compensará la perdida de carbono al realizar el desmonte, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro VI.18. Toneladas de carbono que se captarán en la superficie de reforestación

Año	Contenido de carbono (ton)-área de CUSTF	Contenido de carbono (ton)-superficie de reforestación
1	52.836	0.000
2	52.836	0.000
3	52.836	0.000
4	52.836	0.000
5	52.836	0.001
6	52.836	0.002
7	52.836	0.005
8	52.836	0.011
9	52.836	0.021
10	52.836	0.040

Año	Contenido de carbono (ton)-área de CUSTF	Contenido de carbono (ton)-superficie de reforestación
11	52.836	0.069
12	52.836	0.114
13	52.836	0.182
14	52.836	0.279
15	52.836	0.417
16	52.836	0.607
17	52.836	0.864
18	52.836	1.204
19	52.836	1.649
20	52.836	2.223
21	52.836	2.953
22	52.836	3.871
23	52.836	5.015
24	52.836	6.425
25	52.836	8.149
26	52.836	10.241
27	52.836	12.759
28	52.836	15.770
29	52.836	19.348
30	52.836	23.574
31	52.836	28.539
32	52.836	34.341
33	52.836	41.089
34	52.836	48.901
35	52.836	57.907

Resultados del carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación

Con el mismo procedimiento que con la captura de carbono, obtenemos que el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera es de **105.671 ton.,** por lo que con la ejecución de la reforestación se obtiene que para el **año 29** se compense la pérdida con un contenido de carbono en la biomasa aérea de **114.988 ton.,** con esto se indemnizarán los daños por el cambio de uso de suelo.

Cuadro VI.19. Toneladas de carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación.

Año	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton)-Área de CUSTF	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton)-Superficie de reforestación
1	105.671	0.007
2	105.671	0.046
3	105.671	0.151
4	105.671	0.349
5	105.671	0.670

Año	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton)-Área de CUSTF	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton)-Superficie de reforestación
6	105.671	1.142
7	105.671	1.791
8	105.671	2.647
9	105.671	3.736
10	105.671	5.085
11	105.671	6.721
12	105.671	8.670
13	105.671	10.960
14	105.671	13.615
15	105.671	16.663
16	105.671	20.130
17	105.671	24.041
18	105.671	28.423
19	105.671	33.300
20	105.671	38.700
21	105.671	44.647
22	105.671	51.168
23	105.671	58.287
24	105.671	66.029
25	105.671	74.422
26	105.671	83.488
27	105.671	93.255
28	105.671	103.746
29	105.671	114.988

En seguida se muestra una representación gráfica de la pérdida de captura de carbono y emisión de carbono contenido en la biomasa, comparado con los resultados por la realización de la reforestación.

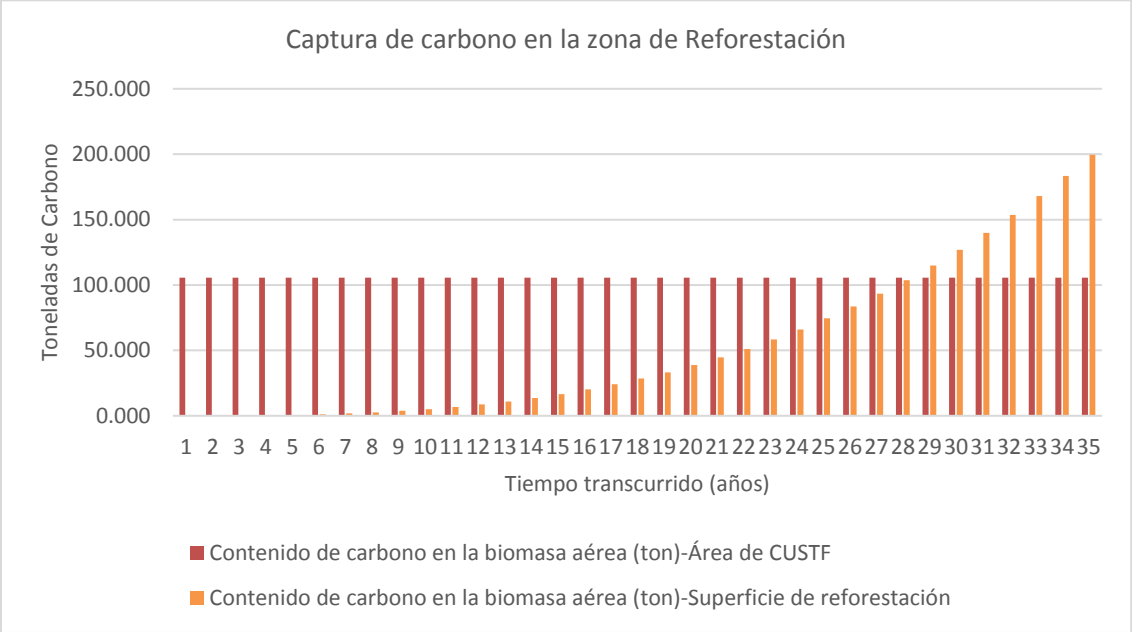


Figura VI.1. Gráfica del contenido de carbono en la reforestación

VI.1.4.3 SUELO.

AUMENTO DE LA EROSIÓN Y PÉRDIDA DEL MATERIAL ORGÁNICO

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, es decir, posterior al desmonte se realizará inmediatamente el rescate del material fértil producto del despalme evitando la exposición y pérdida del mismo.

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. Durante la remoción de vegetación, las materias primas se encuentran sobre la superficie afectada cumpliendo como una capa protectora contra el viento.

Imagen VI.9. 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, 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, como el rescate del suelo, evitando así la exposición prolongada de la capa orgánica.

RESCATE DEL MATERIAL RESULTANTE DEL DESPALME (PREVENCIÓN)

El proyecto pretende el rescate y resguardo del material orgánico o fértil, para su almacenamiento o su uso posterior en las Geoceldas establecidas como parte de las actividades de restauración de suelo de "*Calidra de Oriente S.A. de C.V.*" (2019).

Imagen VI.10. Ejemplo de las Geoceldas instaladas a partir del proyecto "*Calidra de Oriente S.A. de C.V. (2019)".*

Volumen de material orgánico:

La estimación del material orgánico a remover se realizó tomando en cuenta el área base de la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo (9,135 m^2) y la profundidad aproximada a la que se encuentra el suelo fértil (0.05 m). Tomando como base una figura geométrica rectangular se realiza una multiplicación para hallar el volumen promedio a obtener, cabe destacar que el volumen dependerá del relieve de cada sitio por lo que este puede variar.

V = *Área de la base * Altura (profundidad del suelo)*

Por lo que:

$$V = 9{,}135\ m^2 * 0.05\ m$$

$$V = 456.75\ m^3$$

Recordemos que debido a las características del tipo de suelo (Th+To/2/L Andosol húmico) se tiene una textura franco arcillosa, y de acuerdo al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales[2] se obtuvo una densidad aparente de 1.2 g/cm^3. Por lo que al multiplicar los metros cúbicos obtenidos por la densidad nos da como resultado las toneladas a obtener.

$$456.75\ m^3 * 1.2\ g/cm^3$$

$$V = 548.10\ toneladas$$

Por lo tanto, tenemos como resultado la obtención total de 548.10 toneladas en el AP (ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO).

Cuadro VI.20. Cantidad de material resultante del despalme a rescatar.

Rescate de Material Orgánico					
Tipo de Vegetación	**Superficie del AP (ha)**	**Erosión Total AP (ton)**	**Profundidad del suelo (cm)**	**Toneladas por hectárea a obtener**	**Azolve Total rescatado (ton)**
Bosque de encino - pino	0.9135	38.18	5.00	600	548.10
Total	**0.9135**	**38.18**	**-**	**-**	**548.10**

A partir de los datos presentados decimos que obtendremos **548.10 toneladas** de material orgánico o fértil. Por lo que se concluye que esta medida es suficiente para compensar un número mayor de erosión que se pudiera generar con el cambio de uso de suelo.

Cabe resaltar que para el abrigo temporal y su utilización, el material resultante del despalme será depositado y resguardado dentro de la empresa, en una zona específica para ello, la cual cumple con las siguientes características:

- Estar desprovista de vegetación.
- Superficie que no interfiera con las corrientes superficiales de agua o zonas de recarga de acuíferos.
- Con pendiente ligera.

A continuación, se muestra una representación de cómo se realizará el transporte y la ubicación de este material.

[2] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (2006). "Protección, restauración y conservación de suelos forestales", MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS, (pp. 202-204) CONAFOR. México.

Imagen VI.11. Ejemplo del transporte de tierra fértil.

Nota: Durante el transporte del material orgánico, se aplicará un riego a la última capa de este material, para evitar la dispersión de residuos o partículas. En el mismo caso que el humedecimiento de las áreas de trabajo, esta actividad será realizada principalmente en periodos donde existan mayores corrientes de aire.

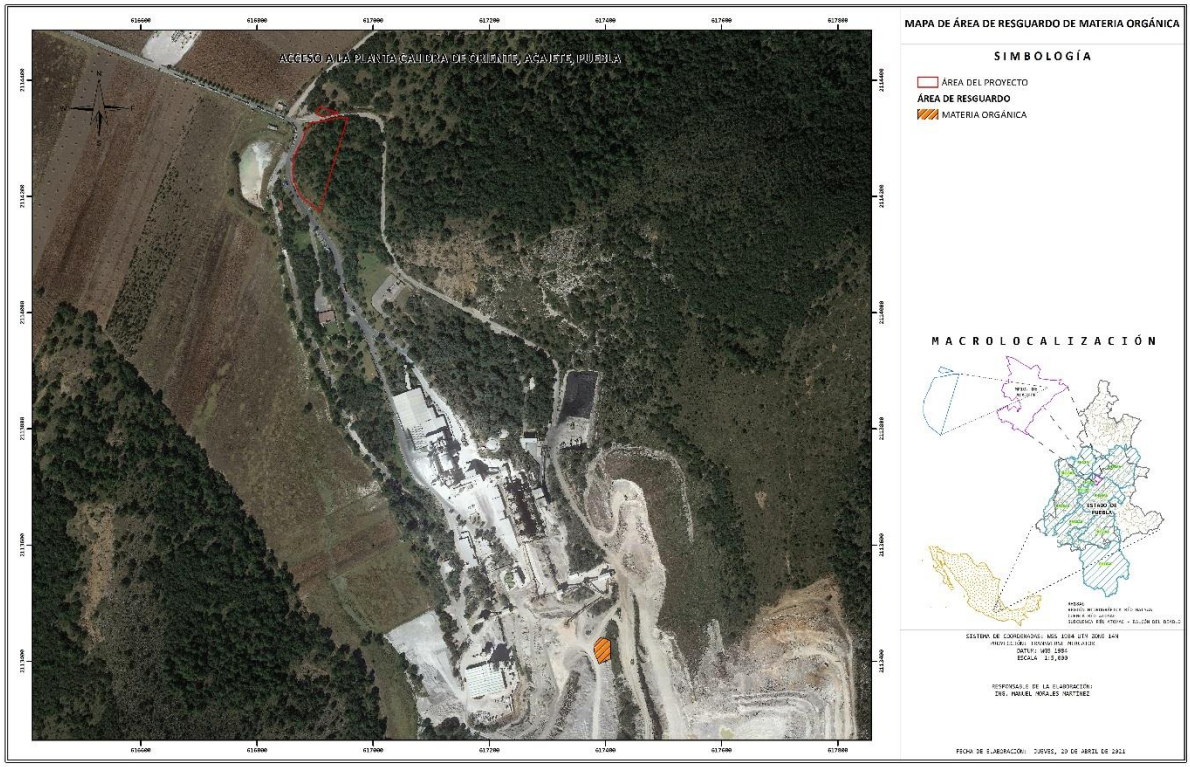


Figura VI.2. Área de resguardo del material orgánico.

PERSPECTIVA DE ÉXITO:

La utilización del material orgánico rescatado del lugar de origen fomenta un mayor éxito de recuperación del suelo, evitando así la pérdida del mismo y asegurando el anclaje de nuevos individuos. Es importante recordar que algunas especies arbustivas y herbáceas anuales necesitan tan solo un poco de humedad para emerger y ocupar los espacios disponibles, considerando las condiciones de la superficie del proyecto se puede mencionar que el suelo estará anclado por las raíces de dichos individuos.

Para muestra de ello se toma como referencia actividades realizadas previamente en "*Calidra de Oriente S.A. de C.V.*" (2019), proyecto consistente en la extracción de piedra caliza. En él, se rescató el material fértil producto del despalme y fue colocado en las áreas de cortes de terreno clasificados posteriormente como zonas de restauración. A continuación, se presenta imágenes del éxito obtenido.

Imagen VI.12. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 1, *Calidra de oriente S.A. de C.V., 2019*

Imagen VI.13. Proliferación natural de vegetación herbácea y arbustiva en el predio 2, *Calidra de oriente S.A. de C.V., 2019*

COSTOS:

Los costos para el rescate del material resultante del despalme se presentan en el Cuadro VI.21

Cuadro VI.21. Costos estimados para el rescate del material resultante del despalme.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Extracción del material					
Excavadora o Retroescavadora	Vehículo	$107.99	2	$143.99	$215.98
Trabajador	Jornales	$330.00	5	$1,100.00	$1,650.00
Subtotal		**$437.99**	**-**	**-**	**$1,865.98**
Transporte del material					
Camión de volteo 14 m^3	Vehículo	$42.41	3	$84.82	$127.23
Chofer de camión de carga en general	Jornales	$300.00	3	$600.00	$900.00
Subtotal		**$342.41**	**-**	**-**	**$1,027.23**
Material de apoyo					
Pala para la descarga de material fértil	Pieza	$164.00	3	$328.00	$492.00
Subtotal					**$492.00**
Total				**$2,256.81**	**$3,385.21**

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, ACOMODO DE MATERIAL VEGETAL MUERTO (MITIGACIÓN).

La remoción de la vegetación en el AP implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de las actividades de cambio de uso de suelo, propiciando un suelo susceptible a este tipo de degradación. Sin embargo, cabe destacar que 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 nula**.

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.22. Datos de erosión en el Área de cambio de uso de suelo.

Tipo de erosión	Erosión actual ton/año (0.9135 ha.)	Erosión con remoción ton/año (0.9135 ha)
Hídrica	2.06	8.22
Eólica	10.67	42.69

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se puede decir que la erosión potencialmente estimada es de 38.18 ton/año, resultado de la diferencia de la erosión hídrica y eólica sin vegetación menos la erosión actual.

Cuadro VI.23. Erosión del área sujeta a evaluación.

Superficie de AP	Erosión actual (ton/año)	Erosión con proyecto (ton/año)	Erosión potencial total (ton)
0.9135	12.73	50.91	38.18

Acomodo de Material Vegetal Muerto (AMVM):

Como medida de mitigación se tiene un Programa de Conservación de Suelos y Reforestación, el cual contempla como obra de conservación el Acomodo de Material Vegetal Muerto (AMVM), ya que éste ayuda a la retención de azolve.

Para cuantificar la cantidad de retención de azolve se utilizó la metodología propuesta en el manual de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales[ii] la cual se basa en la densidad del suelo y las dimensiones de los cordones propuestos para el cálculo.

Densidad aparente:

Se estima de acuerdo a las características de los suelos presentes en las áreas de cambio y a la información propuesta en el manual.

Cuadro VI.24. Densidad aparente del suelo.

TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE (g/cm^3)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	**1.2**
Arcilla	1.1

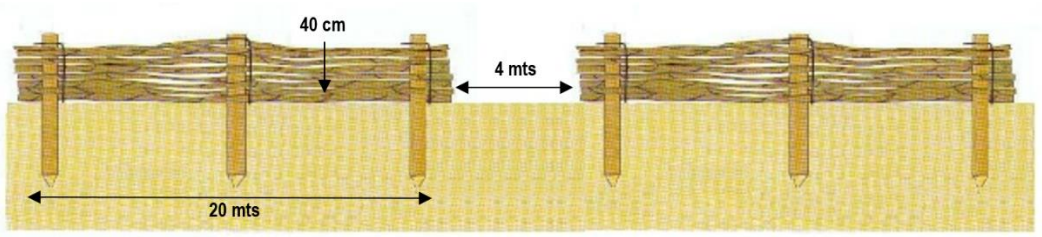
Para este caso, la densidad aparente es igual a **1.2 g/cm^3**

Pendiente

Se define de acuerdo a las observaciones de las condiciones de los suelos presentes en las áreas de cambio de uso de suelo. En este caso se considera una pendiente máxima de 30%.

Dimensión de la obra propuesta

De acuerdo al manual, se considera la construcción de fajas de material con medidas lineales de 20 metros por 40 centímetros de ancho y de alto. Para obtener la cantidad total de retención se procesan los datos por metro lineal.



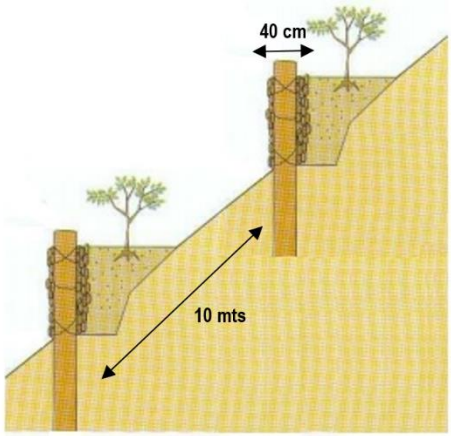
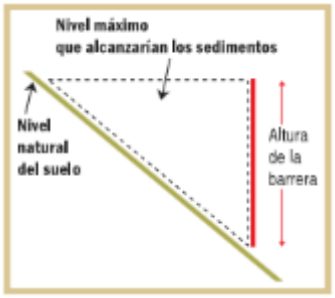
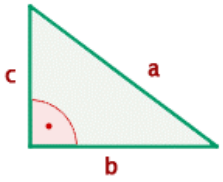


Imagen VI.14. Dimensión de un cordón para el acomodo de material vegetal muerto.

Retención de azolve

Se forma un triángulo rectángulo, al que se le debe calcular el área. Esta cantidad se multiplica por la densidad aparente (que se determina de acuerdo con la textura del suelo, según se indica en el Cuadro presentado anteriormente), y se obtiene así el peso en toneladas del suelo retenido por cada metro lineal de barrera (Imagen VI.15).

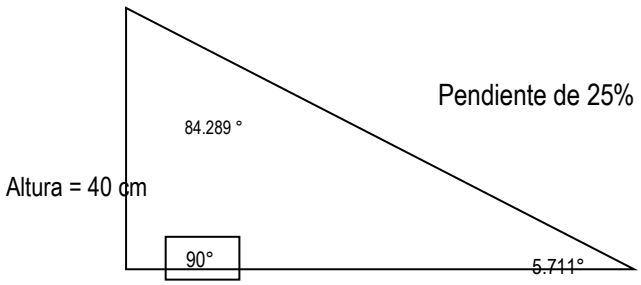




$$A = \frac{b \cdot c}{2}$$

Imagen VI.15. Fórmula para determinar la retención de azolve.

La pendiente promedio de las áreas consideradas para la colocación de las obras de conservación es de 25%. La altura de la barrera será de 0.40 m.



De acuerdo al triángulo anterior para conocer el ángulo del 30% correspondiente a la pendiente, se calcula con la operación inversa de la tangente de la división del 30% entre 100, dando 14.036° y al hacer la resta de los grados nos da 75.964°.

Para determinar los grados realizó el cálculo de la siguiente manera:

Romahn de la Vega Carlos francisco, en 1999, en el libro Relascopia una técnica de la medición forestal (47 pp.), hace mención un cuadro de compensación de pendiente mismo que se presenta en la Imagen VI.16 donde se desglosa la pendiente utilizada en el proyecto de 25%, usando una calculadora científica marca Casio, se teclea el botón shift y, seguido del botón de tan-1, se teclea 25 entre 100, dando como resultado 14.036. En las figuras se muestra una comparación de lo que se presenta en el libro antes citado y lo que se calculó de manera manual, utilizando la formula siguiente, obteniendo un dato similar.

$$Pendiente[Grados] = ATN\left(\frac{Pendiente[\%]}{100}\right)$$

Cuadro 2. Dimensiones de mira de un centímetro y vara de 50 cm para compensación por pendiente.

Pendiente (%)	Ángulo β (grados)	a_n	b_n
0	0.0000	1.0000	50.0000
5	2.8624	0.9988	50.0625
10	5.7106	0.9950	50.2494
15	8.5308	0.9889	50.5594
20	11.3099	0.9806	50.9902
25	14.0362	0.9701	51.5388
30	16.6992	0.9578	52.2015
35	19.2900	0.9439	52.9741
40	21.8014	0.9285	53.8516
45	24.2277	0.9119	54.8293
50	26.5651	0.8944	55.9017
55	28.8108	0.8762	57.0636
60	30.9638	0.8575	58.3095
65	33.0239	0.8384	59.6343
70	34.9920	0.8192	61.0328
75	36.8699	0.8000	62.5000
80	38.6598	0.7809	64.0312
85	40.3645	0.7619	65.6220
90	41.9872	0.7433	67.2681
95	43.5312	0.7250	68.9656
100	45.0000	0.7071	70.7107

Pendiente %	Ángulo (grados)
0	0.000
1	0.5729
2	1.1457
3	1.7183
4	2.2906
5	2.8624
6	3.4336
7	4.0041
8	4.5739
9	2.1427
10	5.7106
11	6.2772
12	6.8427
13	7.4069
14	7.9696
15	8.5308
16	9.0903
17	9.6480
18	10.2040
19	10.7580
20	11.3099

Imagen VI.16. Compensación de la pendiente.

Posteriormente para conocer el cateto opuesto se realiza la siguiente operación:

$$CO = \tan(°) * Ca$$

$$CO = 4 * 0.40 = 1.6 \text{ m}$$

$$A = \frac{b*H}{2} = A = \frac{40 * 1.600}{2} = 0.3200 \text{ m}^3$$

El área se multiplica por la densidad aparente, por lo que la capacidad de retención por metro lineal de la barrera será de **0.38 toneladas**.

Al proponer 110 metros de acomodo de material vegetal muerto obtendremos como resultado la retención de **41.80 ton/año** de suelo, compensando la pérdida de 38.18 ton., en el CUS (Cuadro VI.25).

Cuadro VI.25. Retención de azolve por el acomodo del material vegetal muerto.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS					
Obra propuesta	**Superficie de Reforestación (ha)**	**Erosión TOTAL (ton)**	**No. de obras propuestas (m)**	**Erosión retenida por componente**	**Azolve retenido (ton/año)**
Acomodo de Material Vegetal Muerto	0.9135	38.18	110	0.38	41.80
Total					**41.80**

De acuerdo a los datos presentados anteriormente, la erosión total potencialmente provocada en el AP es de 38.18 toneladas, sin embargo, con la implementación del AMVM se compensará dicha pérdida si la hubiera. Se propone la realización de un total de 110 metros establecidos en el área de reforestación.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

El acomodo del material vegetal muerto en curvas a nivel proporciona protección al suelo, disminuye la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepta azolves y favorece la regeneración natural.

COSTOS

Los costos establecidos para el Acomodo del material vegetal muerto se presentan en el Cuadro VI.26.

Cuadro VI.26. Costos estimados para realizar el acomodo del material vegetal muerto.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD (m)	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL
Recolecta de material	Jornal	$3.00	110	$220.00	$330.00
Acomodo	Jornal	$0.75	110	$55.00	$82.50
Estacado	Jornal	$1.50	110	$110.00	$165.00
Trazo de curva a nivel	Jornal	$0.38	110	$27.87	$41.80
TOTAL					**$619.30**

Mantenimiento de las obras de conservación de suelos

El mantenimiento contempla principalmente el reacomodo de los cordones o líneas del material vegetal. En cuanto al seguimiento, se realizará en el segundo semestre del tercer año de haber concluido las actividades de CUS.

Cuadro VI.27. Costos estimados del mantenimiento del acomodo del material vegetal muerto.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Reacomodo de los cordones de material	Jornal	$0.75	110	$82.50
TOTAL				**$82.50**

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 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 o al servicio de recolección de la empresa "*Calidra de Oriente S.A. de C.V.".* Dicha actividad se llevará a cabo 3 veces por semana o cuando ésta lo 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.17. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, colocación de contenedores de residuos sólidos urbanos 1.

Imagen VI.18. 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.28.

Cuadro VI.28. Costos estimados de los recorridos, recolección y colocación de los contenedores.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD ANUAL	CANTIDAD TOTAL	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Recorridos						
Recorridos de inspección	Jornal	$100.00	24	36	$2,400.00	$3,600.00
Subtotal		**$100.00**	**-**	**-**	**$2,400.00**	**$3,600.00**
Recolección de residuos solidos						
Recolección de residuos sólidos no peligrosos	Kilogramos	$0.83	1,200	1,800	$996.00	$1,494.00
Subtotal		**$0.83**	**-**	**-**	**$996.00**	**$1,494.00**
Contenedores						
Contenedor residuos orgánicos	Pieza	$350.00	3	3	$1,050.00	$1,050.00
Contenedor residuos inorgánicos (PET, vidrio, cartón)	Pieza	$350.00	3	3	$1,050.00	$1,050.00
Subtotal		**$700.00**	**-**	**-**	**$2,100.00**	**$2,100.00**
Total					**$5,496.00**	**$7,194.00**

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 **0.9135 hectáreas**, área solicitada para cambio de uso de suelo.

Para la flora que será el factor más afectado, se removerán 2,324 individuos del estrato arbóreo, 1,746 individuos del estrato arbustivo y 76,125 individuos del estrato herbáceo, para el tipo de vegetación mencionado (bosque de encino). Cabe destacar que el levantamiento de información se realizó por medio de sitios de muestreo por lo que, al inferir el número de individuos a la hectárea, estos pueden variar en campo.

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 especies esperadas para este tipo de vegetación (bosque de encino), dada la presencia de las familias Fagaceae, Cupressaceae, Pinaceae entre otras tales como Cactaceae, Agavaceae y Poaceae 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 recurvata.*

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.29. 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 *De las especies arbóreas que lo presentan	3
	Planta perenne, con tallo lignificado, el cual se ramifica a partir desde la base, generalmente de 3 m. de altura.	Arbusto	1
	Planta de tallos herbáceos el tallo no se lignifica, de consistencia blanda en todos sus órganos.	Hierbas	2
	Plantas que tienen capacidad de almacenar agua en sus tallos y plantas que viven sobre otra sin parasitarla.	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	4
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
		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
Especies con características para considerarse en la reforestación	7	8
Especie no susceptible a reubicar	1	9
Especie susceptible a reubicar	10	14

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.30. Determinación de las especies a rescatar y reubicar

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar																		
Criterios	Clasificación	Valor	Calificación															
			Árboles					Arbustos										
			Eysenhardtia polystachya	*Juniperus deppeana*	*Nolina longifolia*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	*Quercus castanea*	*Ageratina astellera*	*Ageratina petiolaris*	*Amelanchier denticulata*	*Baccharis conferta*	*Baccharis salicifolia*	*Brickellia veronicifolia*	*Eupatorium pycnocephalum*	*Mimosa aculeaticarpa*	*Perymenium discolor*	*Rhus standleyi*	*Symphoricarpos microphyllus*
Presente en la NOM-059	Con estatus	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sin estatus	0																
Formas de vida	Árbol	0	0		0													
	Renuevo *Solo de las especies arbóreas que los presenten	3		3		3	3											
	Arbusto	1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Hierbas	2																
	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3																
Adaptabilidad	Adaptable	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Medianamente adaptable	2																
	No adáptale	0																
Distribución	Endémica	4																
	Nativa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Exótica	2																
	Invasora	1																
	Sin información	0																
Total			**7**	**10**	**7**	**10**	**10**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**

Como se puede observar en el Cuadro anterior, los resultados indican que serán 3 especies propensas al rescate: *Juniperus deppeana, Pinus pseudostrobus var. Apulcensis* y *Quercus castanea.*

Imagen VI.19. 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 CUSTF, 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.31. 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**
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	-10%	S/O
Presencia	Cantidad de individuos encontrados dentro del área propuesta para cambio de uso de suelo	Muy abundante	-30%	> a 8,000 individuos
		Abundante	-20%	> a 1,500 y < de 8,000 individuos
		Poca abundancia	-10%	> a 200 y < a 1,000
		Escasa	Rescate y reubicación en un 100%	S/O
		Endémica	(+)5%	S/O

Criterios utilizados para la determinación de los individuos de las especies a reubicar				
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Calificación**	**Observaciones**
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.	Nativa	(+5)%	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
		Sin uso aparente	-10%	S/O
Extracción	Es una especie que es fácil de ser retirada de su hábitat natural.	Fácil	(+)10	S/O
		Difícil	-10	S/O
Propagación	Grado de facilidad con en el que las especies de manera natural se reproducen o extienden en el hábitat	Alto	-15	S/O
		Media	-10	S/O
		Bajo	(+)10	S/O

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.32. Criterios para la determinación del número de individuos por especies a reubicar

Criterios utilizados para la determinación del número de especies a rescatar y reubicar				
Criterios	**Clasificación**	**Calificación %**		
		Juniperus deppeana	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	*Quercus castanea*
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	En estatus			
	Sin estatus	90	90	90
Presencia	Muy abundante			
	Abundante			
	Poca abundancia			
	Sin criterios para evaluar	**100**	**100**	**100**
Distribución	Endémica			
	Nativa			
	Exótica			
	Invasora			
	Sin información			
Uso y valor cultural	Ornamental			
	Comercial			
	Alimento			
	Medicinal			
	Sin uso aparente			
Extracción	Facil			
	Dificil			
Propagación	Alto			
	Media			
	Bajo			
Total de individuos		69	2	22
Porcentaje de rescate		100%	100%	100%
Total de individuos a rescatar		**69**	**2**	**22**

Como se observa en el cuadro anterior, los resultados indican que se rescatarán y reubicarán un total de **93 individuos.**

A continuación, se presenta el triángulo de especies para la vegetación de bosque de encino, correspondiente al área del proyecto (AP).

Triángulo de las especies presentes en el CUSTF
Bosque de encino - pino

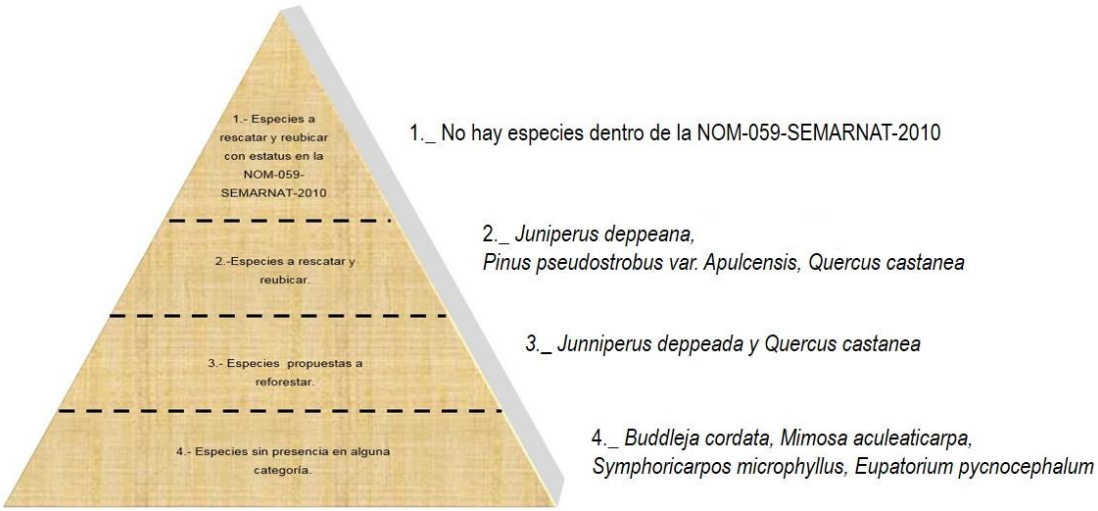


Figura VI.3. Triángulo de especies presentes para bosque de encino en el AP

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 al número de individuos de cada una.

Áreas destinadas a la reubicación

Una parte sustancial para obtener un sitio de reintroducción, lo constituye el manejo del hábitat, para lo cual debe haber una estrecha colaboración entre autoridades y técnicos, para incluir métodos de conservación de las porciones del terreno seleccionado y asegurar la viabilidad de las poblaciones a reintroducir o reubicar en cada sitio de reubicación. Se deberán realizar prospecciones donde existen fragmentos de vegetación arbórea o bien donde se encuentren ejemplares de la misma familia botánica, todo esto con la finalidad de reconocer los sitios con capacidad de hospedar a los ejemplares a reubicar.

El total de plantas rescatadas se distribuirá en el mayor número de espacios posibles, evitando colocar todos los ejemplares en un mismo sitio, y así tratar de conservar la densidad natural de la zona. La reubicación se deberá llevar a cabo mediante la extracción de la planta, para llevarla de inmediato al lugar donde se reubicará evitando el estrés de la misma. Para el presente proyecto se propone la reubicación de la flora rescatada en los claros que se encuentran dentro de la zona que abarca el área de influencia, ésta cuenta con las condiciones originales de la vegetación a afectar por lo que es la indicada. A continuación, se presenta ilustraciones y el plano de ubicación del área propuesta.

Imagen VI.20. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación

Figura VI.4. Plano del área de reubicación de flora silvestre.

La metodología para la reubicación, así como la descripción de las especies que serán rescatadas y reubicadas y la calendarización de cómo se hará dicho rescate, se explica más a detalle en el anexo del programa de rescate y reubicación de flora silvestre (ANEXO 13. PROG. RESCATE_FLORA).

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).

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 Cupressaceae, Pinaceae y Fagaceae y reubicarlas en el área establecida.

A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante la toma de información.

Cuadro VI.33. Especies propuestas para su rescate y reubicación

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR SIN ESTATUS							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL DE INDIVIDUOS**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	69	100%	69
2	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	2	100%	2
3	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	22	100%	22
TOTAL					**93**		**93**

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 debe 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 Parque Eólico PIER 220.

Imagen VI.21. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, rescate de flora silvestre.

Imagen VI.22. Parque eólico PIER 220 año 2018-2019, reubicación de flora silvestre.

COSTOS

Para estimar los costos horario (**DOF: 31/07/2014)**, se considera una jornada laboral de 8 horas, 6 días a la semana, 4 semanas al mes y cinco meses al año, necesarios para desarrollar las actividades. Los gastos estimados se presentan en el Cuadro.

Cuadro VI.34. Costos estimados del rescate y reubicación de las especies de flora.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo anual	Total
Carretilla	Pieza	2	$400.00	$533.33	$800.00
Lona	Pieza	4	$100.00	$266.67	$400.00
Tinta indeleble	Pieza	2	$500.00	$666.67	$1,000.00
Costales	Pieza	7	$10.00	$46.67	$70.00
Palas	Pieza	2	$60.00	$80.00	$120.00
Picos	Pieza	2	$120.00	$160.00	$240.00
Pinzas	Pieza	2	$60.00	$80.00	$120.00
Jornales	Personal	5	$200.00	$666.67	$1,000.00
Bomba Aspersora	Pieza	2	$250.00	$333.33	$500.00
Cicatrizante, fertilizante foliar.	Kg	2	$220.00	$293.33	$440.00
Equipo de seguridad (Googles, botas, chaleco, casco, guantes de carnaza, polainas)	Equipos	7	$1,070.00	$4,993.33	$7,490.00
Terrazas individuales	Pieza	93	$6.41	$397.42	$596.13
Asistencia Técnica	Personal	2	$5,000.00	$6,666.67	$10,000.00
TOTAL				**$15,184.09**	**$22,776.13**

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 meses 8 y 11 de la intervención para el CUS, posterior a ello se realizará en el segundo semestre del año, durante 3 años.

Imagen VI.23. Ejemplo de las actividades post-reubicación.

COSTOS

Los costos estimados para el mantenimiento de la flora recatada se presentan en el Cuadro VI.35

Cuadro VI.35. 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	0.09	$182.09	5	$910.46
Asistencia Técnica	Hectárea	$1,613.76	0.09	$182.09	5	$910.46
Total				**$364.18**	**-**	**$1,820.92**

REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS (COMPENSACIÓN)

Se pretende realizar una compensación de 0.9135 ha., correspondiente al cambio, dicha compensación será posible con la implementación de un programa de reforestación que considere la mezcla original de flora, de acuerdo con el tipo de vegetación existente. El porcentaje y el Valor de Importancia (I.V.I.) están en función de los organismos presentes en el área del proyecto. Se considerará un espaciamiento promedio de 4 x 4 m, es decir, a una densidad promedio de 625 plantas/ha. Las especies como el número de individuos propuestos para llevar a cabo la reforestación, se presentan en el Cuadro VI.36 (ANEXO 12. PROG. REFORESTACIÓN).

Cuadro VI.36. Especies propuestas para reforestar.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 40%
Juniperus deppeana	Táscate	0.9135	75	428	171
Quercus castanea	Capulincillo		25	143	57
TOTAL		**0.9135**	**100**	**571**	**228**

Por lo tanto, el total de plantas a comprar, considerando una reposición del 40% será de 799 individuos.

UBICACIÓN:

La reforestación se llevará a cabo a partir de convenios con pobladores vecinos que cuenten con áreas viables para la misma.

PERSPECTIVA DE ÉXITO

Como ejemplo del éxito que se tiene con la realización de convenios de reforestación entre la empresa Calidra de Oriente S.A. de C.V. y otros es el que se tiene con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Ambos 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.24. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 1

Imagen VI.25. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 2

Imagen VI.26. Reforestación en el Ejido San Jerónimo Ocotitlán 3

Imagen VI.27. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 1.

Imagen VI.28. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 2.

Imagen VI.29. Reforestación en el Ejido Santa María Magdalena Tétela Morelos 3.

COSTOS

Los costos establecidos para la reforestación se presentan en el Cuadro VI.37.

Cuadro VI.37. Costos estimados de la reforestación.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Compra de planta				
Compra de planta	Planta	$15.00	571	$8,565.00
Sub-Total				**$8,565.00**
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	5	$1,000.00
Plantación	Jornales	$200.00	3	$600.00
Sub-Total				**$3,700.00**
COSTO HA				**$13,426.38**
COSTO TOTAL				**$12,265.00**

Mantenimiento de la reforestación

Seis meses después de haber concluido con las actividades de reforestación se contempla un mantenimiento con una duración de seis meses, durante 3 años, en donde se contempla una replantación del 40% con las mismas especies y el deshierbe.

COSTOS

Los costos para el mantenimiento de la reforestación se presentan en el Cuadro.

Cuadro VI.38. Costos estimados del mantenimiento de la reforestación.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO TOTAL ($)
Actividades de Replantación 40%				
Fletes	Viaje	$1,500.00	1	$1,500.00
Carga y descarga	Jornales	$200.00	1	$200.00
Distribución de la planta	Jornales	$200.00	1	$200.00
Apertura de cepas	Jornales	$200.00	2	$400.00
Plantación	Jornales	$200.00	1	$200.00
Sub-Total				**$2,500.00**
Obras complementarias				
Limpia de malezas (3 años)	Ha.	$1,000.00	0.9135	$2,740.50
Mantenimiento (3 años)	Ha.	$3,000.00	0.9135	$8,221.50
Delimitación de las áreas de trabajo	km	$470.00	0.50	$235.00
Asesoría técnica	Mes	$10,000.00	18	$180,000.00
Sub-Total				**$619.30**
COSTO HA				**$3,414.67**
COSTO TOTAL				**$3,119.30**

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 – 3 especies con 3 individuos.
- Aves – 6 especies con 22 individuos.
- Mamíferos – 3 especies con 3 individuos.

El proyecto cuenta con un Programa de Ahuyentamiento de Fauna cuyo objetivo es prevenir los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna 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 mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo, que consiste como primer paso 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 por el proyecto. El segundo paso es el rescate; en este, se capturarán los organismos que no puedan migrar por el ahuyentamiento o que tengan lento desplazamiento. El tercer paso, muy ligado al segundo, es la reubicación de los organismos capturados en un lugar seguro para ellos. 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.

- **SE REALIZARÁ EL RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE (PREVENCIÓN)**

En el caso de especies animales de lento desplazamiento, éstas deberán ser capturadas para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación. Se puede decir que 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 ahuyentamiento 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).

Para el proyecto, el ahuyentamiento de fauna silvestre se realizará principalmente mediante recorridos en la superficie total del área del proyecto; dichos recorridos se harán previo 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 14. 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.39. Cotización de material de gasto único.

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($)	SUBTOTAL ($)
Material de apoyo	Gancho herpetológico	Pieza	1	1,200.00	1,200.00
	Guantes de carnaza	Pieza	1	80.00	80.00
	Bolsas de manta	Pieza	3	100.00	300.00
	Trampas Sherman	Pieza	2	550.00	1,100.00
	Trampas Tomahawk	Pieza	2	550.00	1,100.00
	Megáfono	Pieza	1	250.00	250.00
	GPS	Pieza	1	4,500.00	4,500.00
	Cámara fotográfica	Pieza	1	5,000.00	5,000.00
	Otros (bitácora, cinta)	Pieza	1	200.00	200.00
Equipo de seguridad	Chaleco	Pieza	1	200.00	200.00
	Lentes	Pieza	1	100.00	100.00
	Polainas	Pieza	1	400.00	400.00
	Casco	Pieza	1	215.00	215.00
	Botiquín	Pieza	1	100.00	100.00
Capacitación	Especialista	Servicio	1	8,000.00 (mensual)	2,000.00
TOTAL					**$16,745.00**

Cuadro VI.40. Cotización de personal y activos de gasto constante.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($)	SUBTOTAL MENSUAL ($)
Ayudante	Trabajador	1	150.00 (diario)	3,600.00
TOTAL (COSTO MENSUAL)				**$3,600.00**

El "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre" contempla un gasto único aproximado al inicio del proyecto de $16,745.00 (dieciséis mil setecientos cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.) donde se contempla material de apoyo y equipo de seguridad que serán a largo plazo, así como el servicio de capacitación. Por otro lado, la cotización aproximada por mes de los gastos constantes se estima en $3,600.00 (tres mil seiscientos pesos 00/100 M. N.) donde se incluyen los honorarios del ayudante. El monto total del "Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna" por toda la duración de cambio de uso de suelo es de $ 81,545.00 (ochenta y un mil quinientos cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.). Aquí es importante mencionar que dicho costo incluye el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la especie

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.30. Ejemplo de pláticas de concientización ambiental.

COSTOS

Los costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental se muestran en el Cuadro.

Cuadro VI.41. Costos estimados para la impartición de pláticas de concientización ambiental.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Platica de concientización ambiental	Supervisor ambiental	$84.00	18	$1,008.00	$1,512.00
TOTAL					**$1,512.00**

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 3 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.31. Ejemplo de la colocación de carteles preventivos.

COSTOS

Los costos estimados para la colocación de carteles preventivos se muestran en el Cuadro.

Cuadro VI.42. Costos estimados para la colocación de carteles preventivos.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD	COSTO ANUAL ($)	COSTO TOTAL ($)
Cartel preventivo (lona)	Metro cuadrado	$100.00	3	$300.00	$500.00
Total					**$500.00**

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 ausencia de residuos.

Imagen VI.32. 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.

Cuadro VI.43. 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	$200.00	1	$200.00
Limpieza del sitio	Jornal	$200.00	2	$400.00
Sub-Total				**$600.00**
Total				**$650.00**
* 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.
- Asistencia a la reunión de replanteo y realización de una visita semanal a las obras.
- Supervisar, controlar y recibir los materiales, condiciones de ejecución, almacenamiento y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de las superficies nuevas, con un acondicionamiento y con el tratamiento estético y vegetal.
- Coordinar la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Comprobación 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.44. Programa de vigilancia ambiental.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida	Descripción de las medidas	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 500 m
			M2	Utilización de los sanitarios existentes	Prevención	Para impedir la contaminación del agua y suelo se fomentará la utilización de los baños existentes dentro de la planta, estos reciben un 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	Disponibles en la planta
			M3	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación	Como medida se plantea el rescate de especies con alto valor ecológico y cultural (flora), para asegurar la sobrevivencia se contempla la ejecución de terrazas individuales. Estas obras cumplen con la función de retener el agua pluvial favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.	Recolectar las aguas pluviales	Cantidad de agua pluvial retenida	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo y 3 años después del proyecto.	Equipo para realizar las terrazas (pala, pico, entre otros)	Bitácora de jornaleros, registro de las obras realizadas y memoria fotográfica	93 terrazas individuales.
	Aire	Suspensión de partículas	M4	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 CUS 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.
			M5	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.
			M6	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.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida	Descripción de las medidas	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
		Contaminación acústica ambiental	M5	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.
			M4	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	M7	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
			M3	Obras de conservación de suelos (AMVM)	Mitigación	Establecer mecanismos que incentiven la conservación del suelo y reduzcan la erosión.	Retención de la mayor cantidad de suelo, evitando su perdida	Retención del suelo a medida que intercepta azolves.	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo y 3 años después del proyecto.	Trabajadores y recursos necesarios para su construcción	Bitácoras de los jornales, registro de las obras realizadas y memorias fotografías	110 m de AMVM, con una capacidad de retención de 41.80

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida	Descripción de las medidas	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
													ton. de azolve.
		Pérdida del material orgánico	M8	Rescate del material resultante del despalme	Prevención	*No habrá una pérdida de suelo* puesto que se pretende utilizar el mismo material removido en las geoceldas con las que cuenta la planta. (ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO)	Conservar el suelo fértil presente en el área del proyecto	Superficie y volumen almacenado	Supervisor ambiental, coordinador y operador de camiones	Durante las actividades de cambio de uso de suelo	Camión para el transporte del material y 1 operador	Bitácoras y registros del material almacenado.	En una superficie de 0.9135 ha., y un volumen 548.10 m³.
		Contaminación del suelo>	M9	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención	El cambio de uso de suelo se realizará de manera paulatina en un periodo de 1 año y medio, 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. Sin embargo, en caso de que se lleguen a generarlos, deberán contenerse y disponerse en los almacenes correspondientes, en el área de residuos y en los contenedores satélite distribuidos en la empresa.	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
Biótico	**Flora**	Perdida de cobertura vegetal	M10	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 13. 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 $22,116.13	Bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados	93 individuos a rescatar
			M11	Reforestación con especies nativas	Compensación	Se propone la realización de una reforestación fuera del área del proyecto. Se buscarán zonas sin vegetación y con las mismas condiciones ambientales de su origen por lo que dicho ecosistema pretende compensar la remoción de vegetación con el establecimiento de flora nativa. (ANEXO 12. 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 $210.001.30	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	571 individuos en una superficie de 0.9135 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida	Descripción de las medidas	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
	Fauna	Modificación del hábitat	M12	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 medio 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, 0.9135 ha.
			M13	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 14. 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 medio y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de ahuyentamiento de fauna será de $81,545	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, 0.9135 ha.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M14	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 18 meses del proyecto	Se estima un costo de $1,512.00	Bitácora de cumplimiento, registro del personal que asistió a la plática y memoria fotográfica	1 vez al mes, durante los 18 meses de CUS
			M15	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 18 meses del proyecto	Se estima un costo de $500	Bitácora de cumplimiento y memoria fotográfica de la colocación de los carteles	3 carteles en toda el área de 0.9135 ha.
			M16	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, 0.9135 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida	Descripción de las medidas	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			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 500 m
			M9	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
			M11	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 $3,119.30 por las actividades de reposición	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	Reposición de 228 individuos, en la zona de reforestación.

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 1 año y medio 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 3 años posteriores al proyecto para el mantenimiento de las medidas de mitigación que corresponden a las actividades de rescate de flora, monitoreo de fauna, silvestre, mantenimiento de la reforestación y seguimiento del AMVM, por lo cual el plazo de las medidas solicitado correspondería a 5 años.

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.45 se presenta el cronograma general de las actividades y medidas previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo.

Cuadro VI.45. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos.

Actividad	Cambio de uso de suelo del proyecto en años y meses																								Actividades de mantenimiento a las medidas propuestas					
	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	MESES																								SEMESTRES					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	1	2	1	2
Actividades del cambio de uso de suelo																														
Delimitación del área del proyecto	X																													
Desmonte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Extracción de materias primas provenientes del desmonte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Despalme					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Transporte de material orgánico proveniente del despalme					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo																														
Rescate y reubicación de flora silvestre con o sin estatus NOM-059	X	X	X	X	X																									
Realización de terrazas individuales	X	X	X	X	X																									
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna silvestre con o sin estatus NOM-059	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Pláticas de concientización ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Colocación de letreros preventivos	X								X																					
Colocación de contenedores de residuos sólidos	X								X																					
Rescate de material orgánico										X	X	X	X																	
Resguardo o colocación del material orgánico														X	X	X	X	X												
Humedecimiento de las áreas de trabajo										X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Reforestación con especies nativas														X	X	X	X	X												
Acomodo del material vegetal muerto (AMVM)														X	X	X	X	X												
Mantenimiento de la maquinaria y equipo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Resguardo de la maquinaria						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Orden en el área de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Seguimiento de las especies rescatadas (flora)								X			X			X				X							X					

Actividad	Cambio de uso de suelo del proyecto en años y meses																								Actividades de mantenimiento a las medidas propuestas					
	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	MESES																								SEMESTRES					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	1	2	1	2
Monitoreo de las especies de fauna silvestre																										X		X		X
Replantación del 40% (Reforestación)																										X				
Seguimiento de AMVM																													X	
Mantenimiento de la reforestación																										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.46. 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
			Utilización de los sanitarios existentes	Número de sanitarios y registro de limpieza	Se propone la vigilancia constante de las actividades
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Cantidad de agua pluvial retenida	Se realizará el mantenimiento pertinente
	Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Horas de trabajo	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario establecido
			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.

Medio	Factor	Indicador de impacto	Medida	Indicadores	Medida adicional
		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
			Obras de conservación de suelos (AMVM)	Retención del suelo a medida que intercepta azolves.	Se realizará el mantenimiento pertinente
		Pérdida del material orgánico	Rescate del material resultante del despalme	Superficie y volumen almacenado	No se mezclará la capa orgánica de suelo con basura o materiales inertes, de tal forma que pueda ser utilizada en la superficie de compensación
		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
			Limpieza y retiro de la maquinaria	Número de maquinaria removida	Se supervisara 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 "**ACCESO A LA PLANTA CALIDRA DE ORIENTE, ACAJETE, PUEBLA.**" se desarrolla sobre el tipo de vegetación bosque de encino (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 mitigación 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.47. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas de mitigación.

CONCEPTO	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL
Gestión ambiental y restauración*		
Trámites de autorización	[redacted]	
Elaboración de proyectos		
SUBTOTAL		
Actividades del proyecto		
Señalización / Delimitación	[redacted]	
Derribo		
Extracción de materias primas		
Despalme		
SUBTOTAL		
Medidas de mitigación		
Obras de conservación de suelos (Terrazas individuales)	[redacted]	
Mantenimiento de la maquinaria y equipo		
Humedecimiento de las superficies		
Colocación de contenedores para residuos sólidos		
Obras de conservación de suelos (AMVM)		
Programa de rescate y resguardo del material orgánico		
Programa de rescate y reubicación de flora		
Programa de rescate y reubicación de fauna		

CONCEPTO	COSTO ANUAL	COSTO TOTAL
Programa de reforestación	[redacted]	
Pláticas de concientización ambiental		
Colocación de carteles preventivos		
SUBTOTAL		
TOTAL		

Nota: se anexan los planos correspondientes a las medidas y programas (ANEXO 15. ANEXO CARTOGRÁFICO) dentro del capítulo VI.

VI.5 BIBLIOGRAFÍA

[i] CONAFOR, 2014. ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Primera sección (DOF 31/Julio/2014). Diario Oficial, México.

[ii] Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras prácticas. México. Editorial Equilátero.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE GENERAL

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 1
VII.1 ESCENARIO SIN PROYECTO 1
VII.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN. 6
VII.3 ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN. 9
VII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL 12
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Erosión hídrica actual de las tres unidades de análisis. 1
Cuadro VII.2. Erosión eólica actual de las tres unidades de análisis. 1
Cuadro VII.3. Resultados del balance hídrico de las tres unidades de análisis. 2
Cuadro VII.4. Riqueza florística en las tres unidades de análisis. 2
Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto. 3
Cuadro VII.6. Diversidad faunística en las tres unidades de análisis. 3
Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto. 3
Cuadro VII.8. Resultados del Diagnóstico ambiental. 4
Cuadro VII.9. Impactos identificados. 7
Cuadro VII.10. Factores afectados de acuerdo a las actividades cambio de uso de suelo. 8
Cuadro VII.11. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto. 8
Cuadro VII.12. Comparativo de la erosión sin y con proyecto. 9
Cuadro VII.13. Medidas de prevención, mitigación y compensación a realizar. 9
Cuadro VII.14. Cantidad de material orgánico a rescatar. 11
Cuadro VII.15. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos. 11
Cuadro VII.16. Porcentaje de individuos a reforestar por especie. 11
Cuadro VII.17. Comparación del Uso de Suelo y Vegetación del año 2005 con el Uso de Suelo y Vegetación del año 2016 en el sistema ambiental. 12
Cuadro VII.18. Consideraciones para determinar la realización del proyecto. 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011. 5
Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2019. 5
Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis. 13
Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie IV en las tres unidades de análisis. 13

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo. 6

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 del 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 mitigación 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 preventivas o mitigatorias y el escenario con proyecto aplicando las medidas preventivas o mitigatorias.

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 fenomenológica de una multitud de procesos que dan lugar a la pérdida del recurso suelo, sin que intervenga el sellado por infraestructuras y urbanismo. Sin embargo, el hombre mediante ciertas actividades tiende a acelerar, hasta el punto de que las pérdidas no pueden ser compensadas por las tasas naturales de formación del suelo.

El cálculo de la erosión actual del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto se presentan en los siguientes cuadros.

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)	7.97	Ligera
Área de influencia (AI)	4.43	Ligera
Área del proyecto actual (AP)	2.25	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)	35.34	Ligera
Área de influencia (AP)	22.97	Ligera
Área del proyecto actual (AP)	11.68	Sin erosión

En relación con los datos de la infiltración, podemos determinar que la erosión que tiene mayor impacto es la hídrica, sin embargo, por la cantidad de toneladas/ha de suelo que se pierde anualmente esta es clasificada como moderada. Mientras que la erosión eólica resulta con ligera y sin erosión.

- **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	8,438,011.60	100.00
Volumen EVT	5,656,708.24	67.04
Volumen escurrimiento	1,176,754.13	13.95
Volumen infiltración	1,604,549.23	19.02
ÁREA DE INFLUENCIA (m³/año)		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	71,805.48	100.00
Volumen EVT	48,329.32	67.31
Volumen escurrimiento	8,660.60	12.06
Volumen infiltración	14,815.56	20.63
ÁREA DEL PROYECTO (m³/año)		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	6,897.84	100.00
Volumen EVT	4,642.65	67.31
Volumen escurrimiento	831.96	12.06
Volumen infiltración	1,423.221	20.63

Del cuadro anterior, se tiene que de la cantidad de lluvia que cae sobre las tres unidades de análisis, alrededor del 20% está siendo absorbido por el suelo, e inclusive una cantidad similar (20.63%) en el área del proyecto. Lo anterior indica que los suelos presentes en las tres unidades tienen una capacidad de permeabilidad media.

- **Biodiversidad**

Otro factor importante para conocer el estado de conservación de las tres unidades de análisis es la biodiversidad de flora y fauna, las cuales son indicadores de la 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 DE BOSQUE DE ENCINO - PINO				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
	Arbóreo	5	5	5

RIQUEZA ESPECÍFICA DE BOSQUE DE ENCINO - PINO				
Área del proyecto (AP)	Arbustivo	5	9	11
	Herbáceo	1	3	3
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área de influencia (AI)	Arbóreo	5	5	7
	Arbustivo	5	9	11
	Herbáceo	1	3	3
	Epífitas y/o cactáceas	1	1	1
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Sistema ambiental (SA)	Arbóreo	12	14	24
	Arbustivo	11	18	21
	Herbáceo	6	11	11
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	11

Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto.

ESTRATO	N° INDIVIDUOS TOTAL
Arbóreo	2,324
Arbustivo	1,746
Herbáceo	76,125
Total	**80,195**

Fauna

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.

FAUNA	Área del proyecto			Área de influencia			Sistema ambiental		
	Familia	Género	Especie	Familia	Género	Especie	Familia	Género	Especie
Avifauna	5	6	6	8	9	9	13	18	20
Mastofauna	2	2	3	3	3	4	3	4	5
Herpetofauna	2	2	3	2	3	4	2	4	6
TOTAL	**9**	**10**	**12**	**13**	**15**	**17**	**18**	**26**	**31**

Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto.

Grupo	N° de registros
Avifauna	22
Mastofauna	3
Herpetofauna	3
Total	**28**

De acuerdo a lo anterior y a otros aspectos en el apartado IV.3.1.5 se hace un diagnóstico ambiental, en el que se muestra que 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 baja, siendo el factor atmósfera el que presentan la categoría de media, flora y fauna y socioeconómicos presenta categorías consideradas como moderadamente bajas, y el resto de los factores como moderadamente alta.

Cuadro VII.8. Resultados del Diagnóstico ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Atmósfera	50	Media
Suelo	69	Moderadamente Alta
Agua	68	Moderadamente Alta
Flora y fauna	32	Moderadamente Baja
Socioeconómico	31	Moderadamente Baja

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 como dentro del sistema ambiental los principales cambios de uso de suelo se deben a actividades encaminadas a la agricultura y la ganadería.

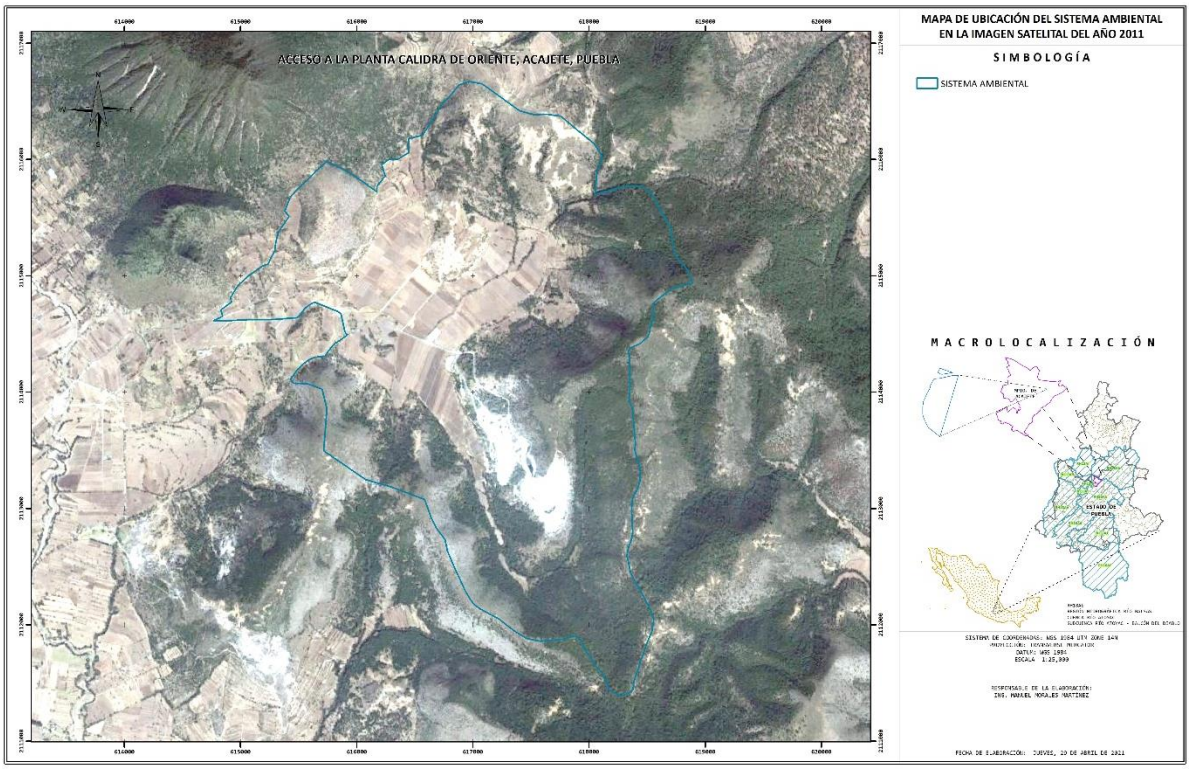


Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011.

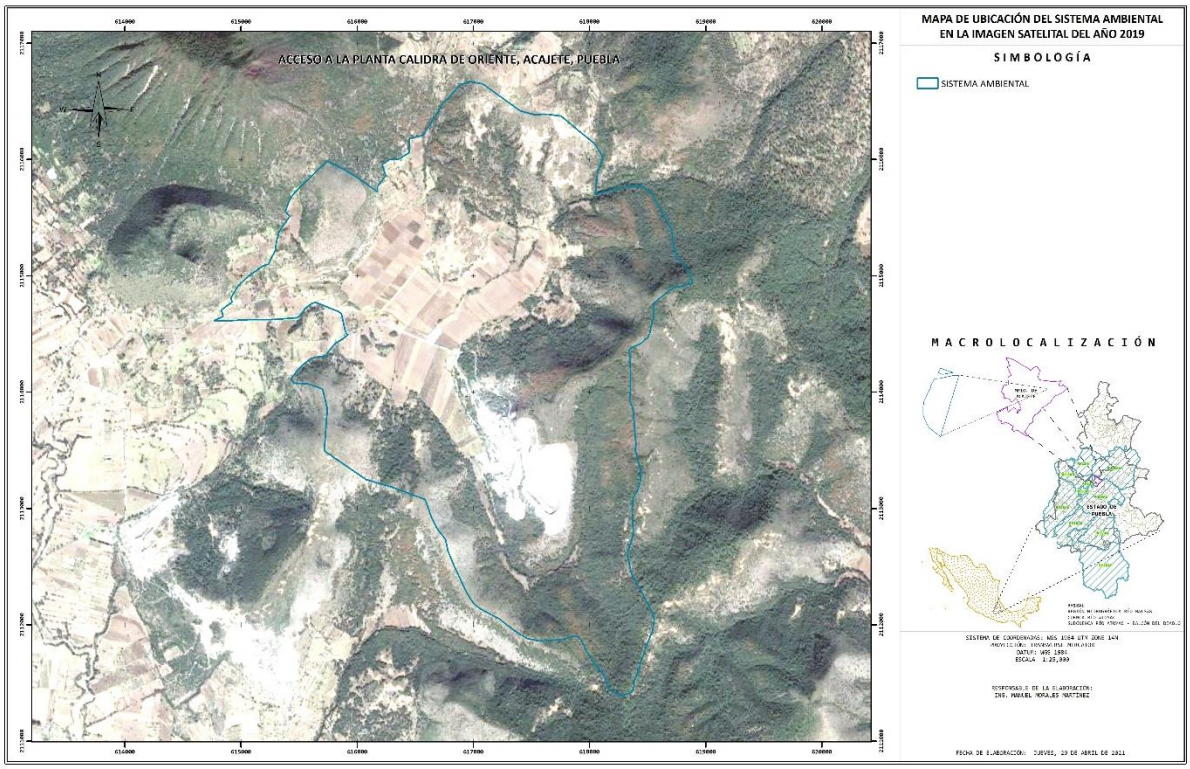


Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2019.

En la siguiente imagen se puede observar que no han existido grandes cambios en un periodo de 8 años en el área del proyecto.

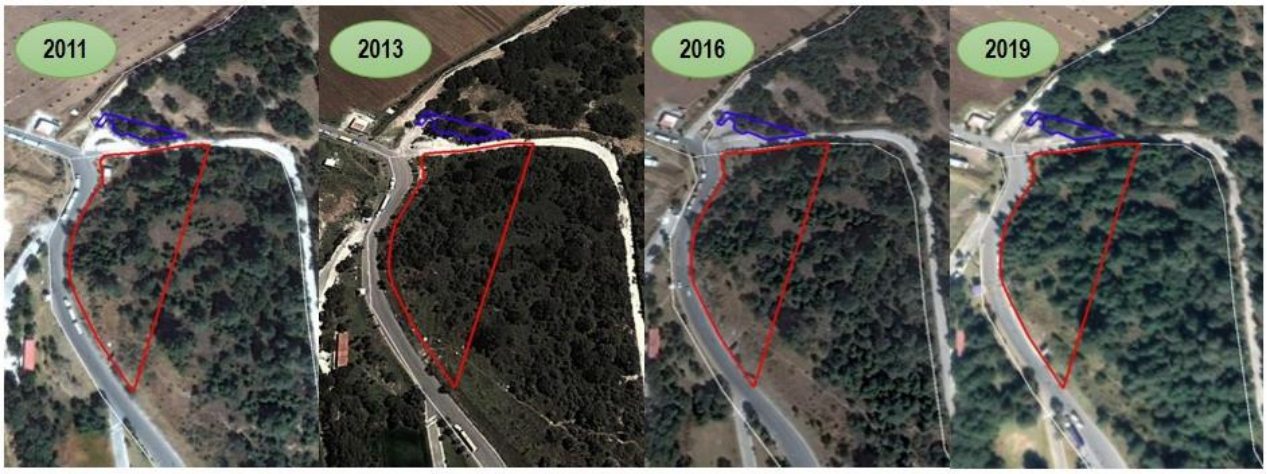


Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo.

De acuerdo a lo anterior podemos concluir que de no ejecutar el proyecto, el sistema ambiental, el área de influencia y el área del proyecto seguirían la misma tendencia que hasta ahora, presentando algunos cambios en la vegetación, ya sea por 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 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.9. 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**
Biótico	Flora	Diversidad	Pérdida de la cobertura vegetal	Compatibles
		Cobertura vegetal		
		Abundancia		
	Fauna	Diversidad	Modificación del hábitat	Compatibles
		Abundancia		
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual	Modificación del paisaje	Compatibles
		Calidad del paisaje		

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.10. 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 vegetal	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 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.11. 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)	8,438,011.60	71,805.48	6,897.84	6,897.84	0.00
Volumen EVT(m^3/año)	5,656,708.24	48,329.32	4,642.65	4,642.65	0.00
Volumen escurrimiento (m^3/año)	1,176,754.13	8,660.60	831.96	1,212.40	-380.44
Volumen infiltración	1,604,549.23	14,815.56	1,423.221	1,042.79	380.44

De lo anterior podemos decir que con la construcción del proyecto hay una reducción en la infiltración de 380.44 m^3/año, que corresponde a 0.0237% de la total del sistema ambiental. Es importante mencionar que esta reducción se suma al escurrimiento.

Impactos al suelo

Cuadro VII.12. Comparativo de la erosión sin y con proyecto.

Tipo de erosión	Erosión actual por año (0.9135 ha) ton/año	Erosión sin vegetación (0.9135 ha) ton/año	Diferencia
Hídrica	2.06	8.22	6.17
Eólica	10.67	42.69	32.02

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se tiene que con la construcción del proyecto la erosión hídrica aumentará 6.17 ton/ha/año, mientras que la erosión eólica aumentará 32.02 ton/ha/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.9) 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 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.13. 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	Utilización de los sanitarios existentes	Prevención
			M3	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
	Aire	Suspensión de partículas	M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
			M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			M6	Humedecimiento de superficies	Prevención
		Contaminación acústica ambiental	M5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			M4	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
	Suelo	Aumento de la erosión	M7	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención
			M3	Obras de conservación de suelos (AMVM)	Mitigación
		Pérdida del material orgánico	M8	Rescate del material resultante del despalme	Prevención
		Contaminación del suelo	M9	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Tipo de medida
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M10	Rescate y reubicación de flora	Prevención
			M11	Reforestación con especies nativas	Compensación
	Fauna	Modificación del hábitat	M12	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención
			M13	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Prevención
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M14	Pláticas de concientización ambiental	Prevención
			M15	Colocación de carteles preventivos	Prevención
			M16	Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación
			M1	Restringir las actividades solo al Área del proyecto	Prevención
			M9	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención
			M11	Reforestación con especies nativas	Compensación

La implementación de medidas de prevención, mitigación y 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 mitigación, compensación y prevención 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 mitigación se centra en la construcción de terrazas individuales para los individuos de flora que serán reubicados (93 obras).

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 permita evitar 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 mitigación la ejecución de un programa de obras de conservación de suelos, en donde se menciona la construcción de cordones de Acomodo de material vegetal muerto en el área de reforestación. En lo que respecta al material orgánico, se indica que *No habrá una pérdida de suelo,* puesto que se pretende utilizar

el mismo material removido del área con vegetación para las geoceldas con las que cuenta la empresa. A continuación, se muestra la cantidad de material orgánico a rescatar.

Cuadro VII.14. Cantidad de material orgánico a rescatar.

Rescate de Material Orgánico					
Tipo de Vegetación	**Superficie del AP (ha)**	**Erosión Total AP (ton)**	**Profundidad del suelo (cm)**	**Toneladas por hectárea a obtener**	**Azolve Total rescatado (ton)**
Bosque de encino - pino	0.9135	38.18	5.00	600	548.10
Total	**0.9135**	**38.18**	**-**	**-**	**548.10**

A partir de los datos presentados se sabe que obtendremos 548.10 toneladas de material orgánico o fértil.

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 de las áreas de afectación. A esta medida se suma una más de compensación, que consiste en realizar una reforestación en un área de superficie similar a la del proyecto, con especies representativas.

Cuadro VII.15. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos.

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR SIN ESTATUS							
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**N**	**% RESCATE**	**TOTAL DE INDIVIDUOS**
1	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	69	100%	69
2	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus pseudostrobus var. apulcensis*	Pino lacio	2	100%	2
3	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus castanea*	Capulincillo	22	100%	22
TOTAL					**93**		**93**

Con el rescate de flora se estarán conservando las especies existentes en el área del proyecto que tienen una importancia ecológica alta.

Cuadro VII.16. Porcentaje de individuos a reforestar por especie.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 40%
Juniperus deppeana	Táscate	0.9135	75	428	171
Quercus castanea	Capulincillo		25	143	57
TOTAL		**0.9135**	**100**	**571**	**228**

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 que la agricultura de temporal anual ocupa la mayor parte del territorio dentro del sistema ambiental.

Cuadro VII.17. 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
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	460.9519	41.44	312.1062	28.061	148.8457	13.38	Disminuyó
BOSQUE DE ENCINO-PINO	461.5050	41.49	486.4064	43.733	-24.9014	-2.24	Aumentó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	0	0.00	119.6831	10.761	-119.6831	-10.76	Aumentó
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	189.7737	17.06	194.0349	17.446	-4.2612	-0.38	Aumentó
TOTAL	**1112.2306**	**100.00**	**1112.2306**	**100.00**	**--**	**--**	

Se puede reafirmar en las siguientes figuras que existen cambios en el tipo de uso de suelo y vegetación en un periodo de 11 años. Particularmente, en la serie III presenta más superficie de agricultura de temporal anual, mientras que la serie VI se cubre totalmente de bosque de encino pino.

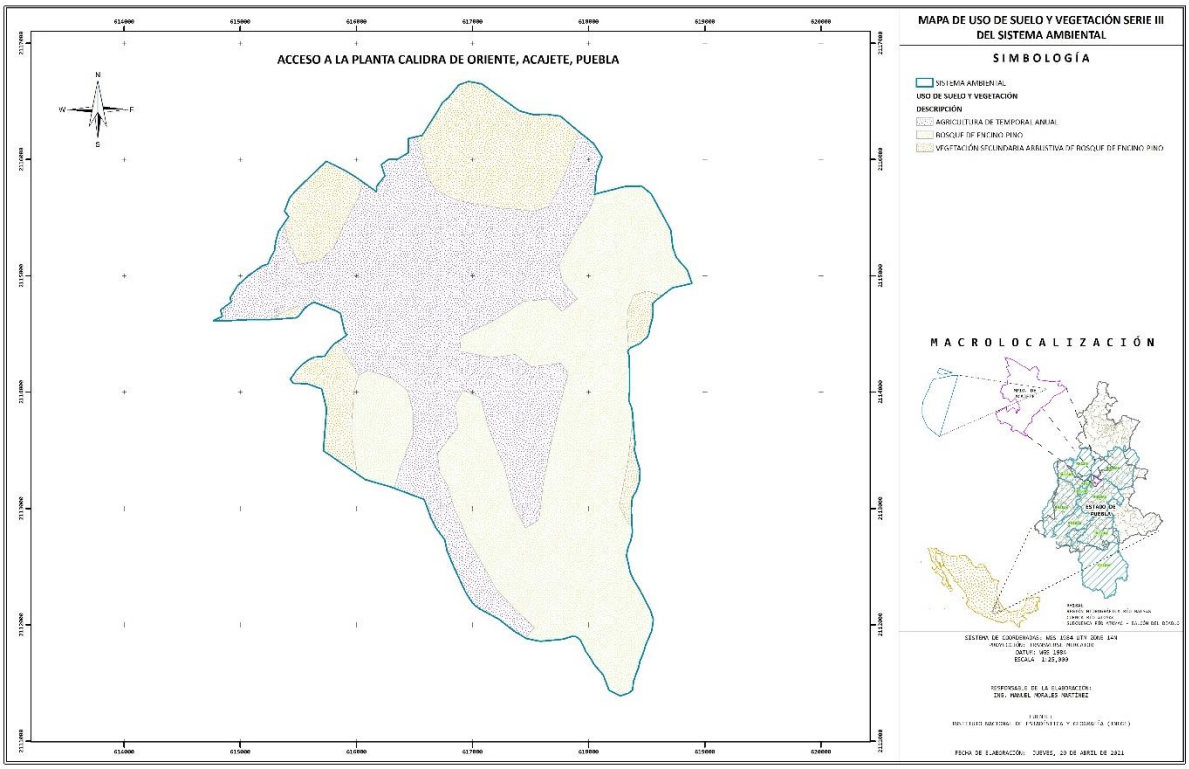


Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis.

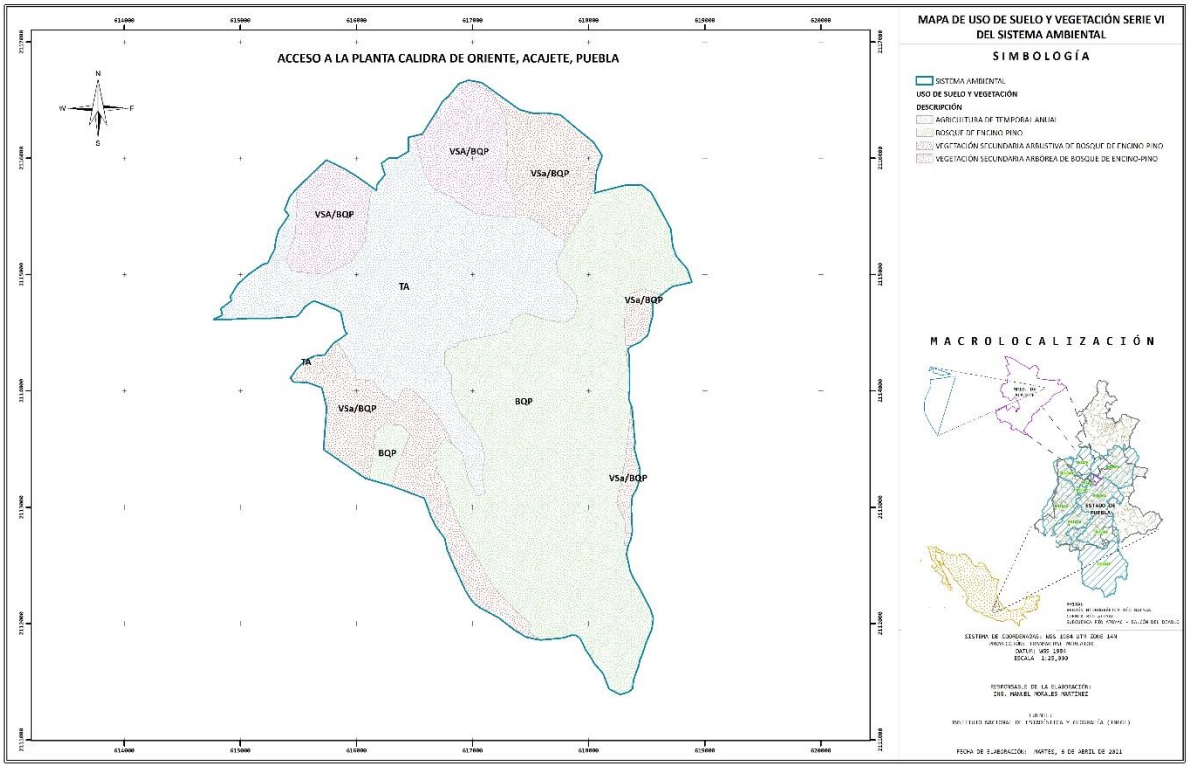


Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie IV en las tres unidades de análisis.

Haciendo una comparación, tenemos que la superficie del proyecto abarca una extensión de 0.9135 hectáreas, así mismo la dimensión territorial del sistema ambiental cuenta una superficie total de 1,112.2306 hectáreas; esto deja como resultado que la afectación por el proyecto representa únicamente el 0.085% de la superficie total del sistema. Además de que la superficie a impactar es pequeña en comparación con el sistema ambiental, **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.18. 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 lo más posible con la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y compensación recomendadas en el presente estudio.
3.- Emplazamiento del proyecto con diferente ubicación.	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 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.

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 del proyecto, 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 15. ANEXO CARTOGRÀFICO.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

Se integró un anexo (ANEXO 16. 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 17. 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 18. GLOSARIO TÈRMINOS) 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. RFC_PROMO Y ESCRITURA PREDIO

ANEXO 3. PODER NOTARIAL

ANEXO 4. IDENTIFICACIÓN OFICIAL

ANEXO 5. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

ANEXO 6. COORDENADAS UTM DE LAS UA
ANEXO 7. METODOLOGÍA EROSIÓN Y BALANCE H
ANEXO 8. ESFUERZO_ MUESTREO SA
ANEXO 9. ESFUERZO_ MUESTREO AI
ANEXO 10. ESFUERZO_ MUESTREO AP
ANEXO 11. PROG. RESCATE_SUELO
ANEXO 12. PROG. REFORESTACIÓN
ANEXO 13. PROG. RESCATE_FLORA
ANEXO 14. PROG. RESCATE_FAUNA
ANEXO 15. ANEXO CARTOGRÀFICO
- CAPÍTULO I
- CAPÍTULO II
- CAPÍTULO III
- CAPÍTULO IV
- CAPÍTULO VI
- CAPÍTULO VII

ANEXO 16. ANEXO FOTOGRÁFICO
ANEXO 17. MEMORIAS CÁLCULO (DIGITAL)
- CAPÍTULO II
  - ANEXO II.A. CÁLCULO_ VOLUMEN
- CAPÍTULO IV
  - ANEXO IV.A. CÁLCULO EROSIÓN_UA
  - ANEXO IV.B. CÁLCULO BALANCE H_UA
  - ANEXO IV.C. TAMAÑO_MUESTRA_UA
  - ANEXO IV.D. ESFUERZO_MUESTREO_UA
  - ANEXO IV.E. SP POR SITIO DE MUESTREO_UA
  - ANEXO IV.F. IND. POR HA. Y TOT._UA
  - ANEXO IV.G. DIVERSIDAD_FLORA_UA
  - ANEXO IV.H. DIVERSIDAD_FAUNA_SA
  - ANEXO IV.I. DIVERSIDAD_FAUNA_AI
  - ANEXO IV.J. DIVERSIDAD_FAUNA _AP

ANEXO 18. GLOSARIO TÉRMINOS