La **Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Puebla**, clasifica los datos personales de las personas físicas identificadas o identificables, contenidos en la **"MANIFESTACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL"**, consistentes en: ***domicilio, RFC, CURP, teléfono y correo electrónico de persona física ajena al promovente***, 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, aprobado por el Comité de Transparencia mediante **RESOLUCIÓN 010/2021/SIPOT,** de fecha **13 de enero de 2021.**

Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Puebla[1], previa designación mediante oficio No. 01248 de fecha 28 de noviembre de 2018 suscrito y firmado por el entonces Secretario del ramo, firma el presente la Subdelegada de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales de la Delegación en cita.

Atentamente
La Subdelegada de Gestión para La Protección Ambiental y Recursos Naturales

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA
SEMARNAT

Lic. María del Carmen Cervantes Pérez
En suplencia por ausencia

[1] En los 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

Norma Mexicana en Igualdad Laboral y no Discriminación

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 19
I.2 Datos generales del promovente 21
I.2.1 Nombre o Razón Social 21
I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente 21
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 21
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal 21
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 22
I.3.1 Nombre o razón social 22
I.3.2 Registro federal de contribuyentes 22
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 22
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 22
1.3.5 Número de inscripción en registro forestal nacional (número, libro, tipo y volumen). 22
1.3.6 Identificación oficial 22
1.4 Presentación de la documentación legal 23
1.5 Bibliografía 23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Coordenadas del polígono del área del proyecto. 3
Cuadro I.2. Información meteorológica del área del proyecto. 10
Cuadro I.3. Cronograma de actividades. 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización geográfica del proyecto. 2
Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto. 9
Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales. 10
Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas. 11
Figura I.5. Grado de riesgo de granizo 11
Figura I.6. Grado de riesgo de sequía. 12
Figura I.7. Mapa de velocidad del viento. 13
Figura I.8. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas. 14
Figura I.9. Mapa de sismicidad. 15
Figura I.10. Mapa de riesgo por inundación 16
Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto. 17
Figura I.11. Mapa de fallas y fracturas dell área del proyecto. 18

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

"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"

I.1.2 Ubicación del proyecto

La ubicación geopolítica del área del proyecto se encuentra 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 la localidad de Tecoyuca, perteneciente al municipio de Chignahuapan, Pué., respecto a la región hidrológica, se encuentra inmersa en la Región Hidrológica de Tuxpan- Nautla (RH27B) como a continuación se muestra la macro-localización.

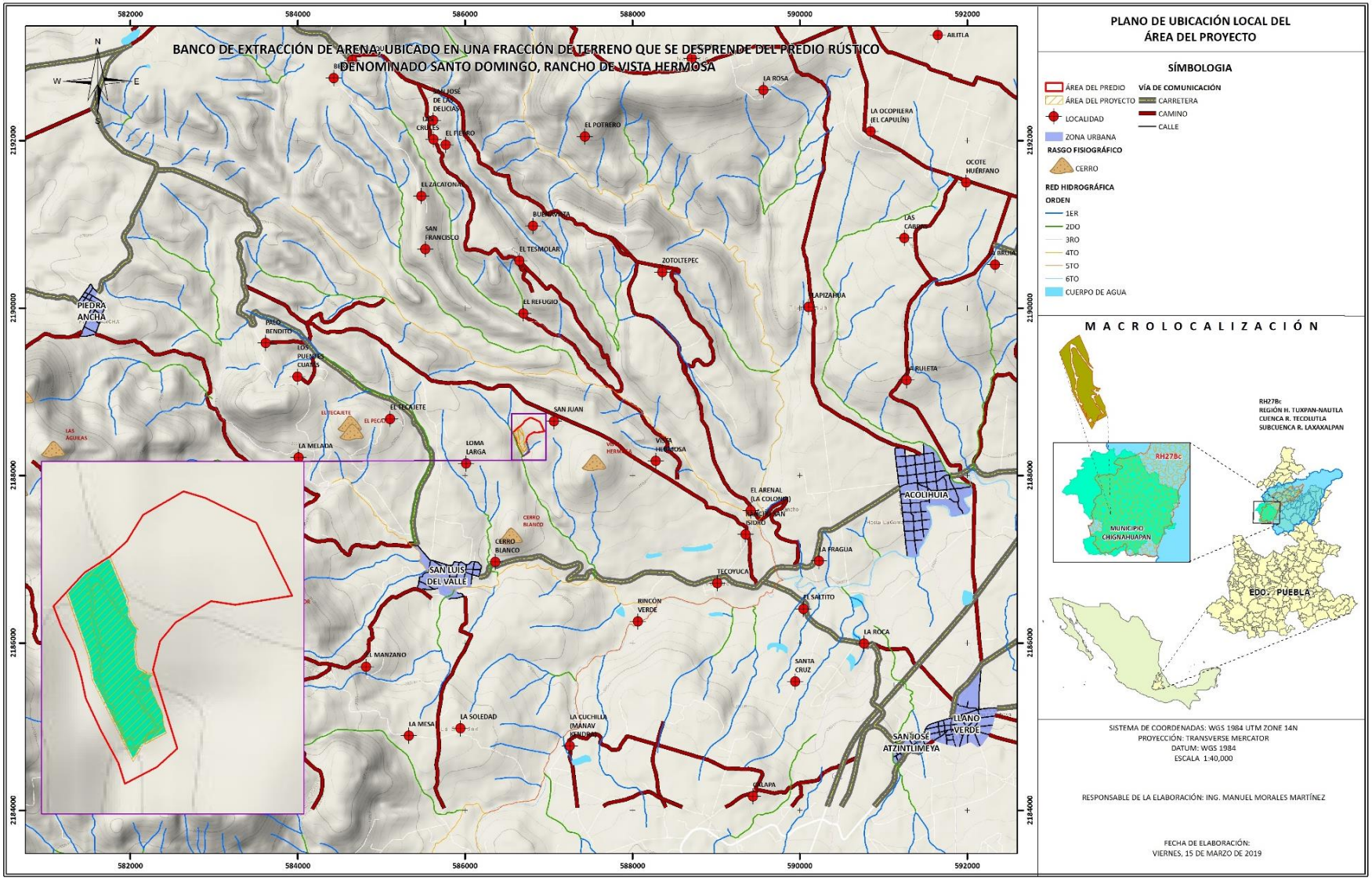


Figura I.1. Localización geográfica del proyecto.

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

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

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	1	586720.09	2188407.75	19° 47' 22.459" N	98° 10' 19.540" W
1.2166	1	2	586714.91	2188405.24	19° 47' 22.378" N	98° 10' 19.719" W
1.2166	1	3	586711.27	2188402.15	19° 47' 22.278" N	98° 10' 19.844" W
1.2166	1	4	586707.96	2188400.1	19° 47' 22.212" N	98° 10' 19.958" W
1.2166	1	5	586702.29	2188400.59	19° 47' 22.229" N	98° 10' 20.153" W
1.2166	1	6	586700.13	2188398.53	19° 47' 22.162" N	98° 10' 20.228" W
1.2166	1	7	586698.83	2188397.38	19° 47' 22.125" N	98° 10' 20.272" W
1.2166	1	8	586704.21	2188396.45	19° 47' 22.094" N	98° 10' 20.088" W
1.2166	1	9	586711.04	2188390.81	19° 47' 21.910" N	98° 10' 19.854" W
1.2166	1	10	586716.46	2188386.14	19° 47' 21.757" N	98° 10' 19.668" W
1.2166	1	11	586717.45	2188382.15	19° 47' 21.627" N	98° 10' 19.635" W
1.2166	1	12	586711.75	2188383.75	19° 47' 21.680" N	98° 10' 19.830" W
1.2166	1	13	586703.44	2188384.85	19° 47' 21.717" N	98° 10' 20.116" W
1.2166	1	14	586700.58	2188384.21	19° 47' 21.696" N	98° 10' 20.214" W
1.2166	1	15	586697.36	2188376.07	19° 47' 21.432" N	98° 10' 20.327" W
1.2166	1	16	586697.56	2188373.43	19° 47' 21.346" N	98° 10' 20.320" W
1.2166	1	17	586705.31	2188369.89	19° 47' 21.230" N	98° 10' 20.054" W
1.2166	1	18	586704.7	2188367.83	19° 47' 21.163" N	98° 10' 20.075" W
1.2166	1	19	586706.36	2188365.77	19° 47' 21.096" N	98° 10' 20.019" W
1.2166	1	20	586709.52	2188357.36	19° 47' 20.821" N	98° 10' 19.912" W
1.2166	1	21	586713.04	2188353.88	19° 47' 20.708" N	98° 10' 19.791" W
1.2166	1	22	586714.57	2188348.61	19° 47' 20.536" N	98° 10' 19.740" W
1.2166	1	23	586713.71	2188347.88	19° 47' 20.513" N	98° 10' 19.769" W
1.2166	1	24	586714.2	2188344.43	19° 47' 20.400" N	98° 10' 19.753" W
1.2166	1	25	586719.35	2188343.29	19° 47' 20.362" N	98° 10' 19.576" W
1.2166	1	26	586723.66	2188338.33	19° 47' 20.200" N	98° 10' 19.429" W
1.2166	1	27	586728.49	2188330.78	19° 47' 19.954" N	98° 10' 19.264" W
1.2166	1	28	586731.62	2188322.65	19° 47' 19.689" N	98° 10' 19.158" W
1.2166	1	29	586733.41	2188320.8	19° 47' 19.628" N	98° 10' 19.097" W
1.2166	1	30	586735.51	2188317.97	19° 47' 19.536" N	98° 10' 19.025" W
1.2166	1	31	586728.01	2188314.04	19° 47' 19.409" N	98° 10' 19.284" W
1.2166	1	32	586723.05	2188312.15	19° 47' 19.349" N	98° 10' 19.454" W
1.2166	1	33	586719.94	2188309.54	19° 47' 19.264" N	98° 10' 19.562" W
1.2166	1	34	586716.74	2188301.39	19° 47' 19.000" N	98° 10' 19.673" W
1.2166	1	35	586714.14	2188294.85	19° 47' 18.787" N	98° 10' 19.763" W
1.2166	1	36	586713.23	2188292.24	19° 47' 18.703" N	98° 10' 19.795" W
1.2166	1	37	586712.9	2188292.07	19° 47' 18.697" N	98° 10' 19.807" W
1.2166	1	38	586712.34	2188291.11	19° 47' 18.666" N	98° 10' 19.826" W
1.2166	1	39	586709.75	2188290.59	19° 47' 18.650" N	98° 10' 19.915" W
1.2166	1	40	586705.29	2188289.58	19° 47' 18.618" N	98° 10' 20.069" W
1.2166	1	41	586702.07	2188289.53	19° 47' 18.616" N	98° 10' 20.179" W
1.2166	1	42	586699.25	2188288.2	19° 47' 18.573" N	98° 10' 20.276" W
1.2166	1	43	586698.64	2188286.05	19° 47' 18.504" N	98° 10' 20.298" W
1.2166	1	44	586699.64	2188285.55	19° 47' 18.487" N	98° 10' 20.263" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	45	586702.52	2188284.9	19° 47' 18.466" N	98° 10' 20.165" W
1.2166	1	46	586706.38	2188287.44	19° 47' 18.548" N	98° 10' 20.031" W
1.2166	1	47	586710.12	2188287.29	19° 47' 18.542" N	98° 10' 19.903" W
1.2166	1	48	586698.06	2188266.56	19° 47' 17.870" N	98° 10' 20.321" W
1.2166	1	49	586654.55	2188353.62	19° 47' 20.709" N	98° 10' 21.801" W
1.2166	1	50	586657.86	2188352.44	19° 47' 20.670" N	98° 10' 21.688" W
1.2166	1	51	586659.06	2188351.06	19° 47' 20.625" N	98° 10' 21.647" W
1.2166	1	52	586662.55	2188348.05	19° 47' 20.526" N	98° 10' 21.528" W
1.2166	1	53	586663.69	2188347.91	19° 47' 20.522" N	98° 10' 21.488" W
1.2166	1	54	586664.13	2188346.98	19° 47' 20.491" N	98° 10' 21.473" W
1.2166	1	55	586666.8	2188336.04	19° 47' 20.135" N	98° 10' 21.383" W
1.2166	1	56	586667.71	2188332.01	19° 47' 20.004" N	98° 10' 21.353" W
1.2166	1	57	586668.11	2188330.22	19° 47' 19.945" N	98° 10' 21.339" W
1.2166	1	58	586672.94	2188326.66	19° 47' 19.829" N	98° 10' 21.174" W
1.2166	1	59	586679.25	2188318.63	19° 47' 19.567" N	98° 10' 20.958" W
1.2166	1	60	586678.92	2188308.38	19° 47' 19.233" N	98° 10' 20.972" W
1.2166	1	61	586681.36	2188302.25	19° 47' 19.033" N	98° 10' 20.889" W
1.2166	1	62	586685.12	2188301.6	19° 47' 19.012" N	98° 10' 20.760" W
1.2166	1	63	586688.1	2188298.67	19° 47' 18.916" N	98° 10' 20.658" W
1.2166	1	64	586688.77	2188298.07	19° 47' 18.896" N	98° 10' 20.635" W
1.2166	1	65	586687.29	2188296.76	19° 47' 18.854" N	98° 10' 20.686" W
1.2166	1	66	586687.04	2188296.21	19° 47' 18.836" N	98° 10' 20.694" W
1.2166	1	67	586684.88	2188294.57	19° 47' 18.783" N	98° 10' 20.769" W
1.2166	1	68	586687.6	2188291.93	19° 47' 18.697" N	98° 10' 20.676" W
1.2166	1	69	586690.09	2188290.01	19° 47' 18.634" N	98° 10' 20.591" W
1.2166	1	70	586692.5	2188288.83	19° 47' 18.595" N	98° 10' 20.508" W
1.2166	1	71	586694.68	2188290.17	19° 47' 18.638" N	98° 10' 20.433" W
1.2166	1	72	586697	2188290.41	19° 47' 18.646" N	98° 10' 20.353" W
1.2166	1	73	586698.6	2188293.73	19° 47' 18.753" N	98° 10' 20.298" W
1.2166	1	74	586698.84	2188299.58	19° 47' 18.944" N	98° 10' 20.289" W
1.2166	1	75	586696.37	2188305.59	19° 47' 19.140" N	98° 10' 20.372" W
1.2166	1	76	586690.52	2188301.11	19° 47' 18.995" N	98° 10' 20.574" W
1.2166	1	77	586689.42	2188301.41	19° 47' 19.005" N	98° 10' 20.612" W
1.2166	1	78	586685.44	2188304.24	19° 47' 19.097" N	98° 10' 20.748" W
1.2166	1	79	586681.97	2188307.59	19° 47' 19.207" N	98° 10' 20.867" W
1.2166	1	80	586681.53	2188311.86	19° 47' 19.346" N	98° 10' 20.881" W
1.2166	1	81	586681.61	2188318.63	19° 47' 19.566" N	98° 10' 20.878" W
1.2166	1	82	586677	2188327.12	19° 47' 19.843" N	98° 10' 21.034" W
1.2166	1	83	586669.76	2188332.47	19° 47' 20.018" N	98° 10' 21.282" W
1.2166	1	84	586668.66	2188338.24	19° 47' 20.206" N	98° 10' 21.319" W
1.2166	1	85	586667.69	2188346.29	19° 47' 20.468" N	98° 10' 21.351" W
1.2166	1	86	586667.16	2188349.56	19° 47' 20.575" N	98° 10' 21.369" W
1.2166	1	87	586669.98	2188350.82	19° 47' 20.615" N	98° 10' 21.272" W
1.2166	1	88	586666.53	2188355.04	19° 47' 20.753" N	98° 10' 21.390" W
1.2166	1	89	586666.21	2188355.3	19° 47' 20.761" N	98° 10' 21.400" W
1.2166	1	90	586660.07	2188358.45	19° 47' 20.865" N	98° 10' 21.611" W
1.2166	1	91	586656.89	2188359.86	19° 47' 20.911" N	98° 10' 21.720" W
1.2166	1	92	586658.11	2188365.21	19° 47' 21.085" N	98° 10' 21.677" W
1.2166	1	93	586656.41	2188372.95	19° 47' 21.337" N	98° 10' 21.734" W
1.2166	1	94	586653.81	2188374.52	19° 47' 21.389" N	98° 10' 21.824" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	95	586650.38	2188386.79	19° 47' 21.788" N	98° 10' 21.939" W
1.2166	1	96	586650.25	2188394.16	19° 47' 22.028" N	98° 10' 21.942" W
1.2166	1	97	586644.87	2188402.61	19° 47' 22.304" N	98° 10' 22.126" W
1.2166	1	98	586648.08	2188409.53	19° 47' 22.528" N	98° 10' 22.015" W
1.2166	1	99	586648.43	2188420.87	19° 47' 22.897" N	98° 10' 22.000" W
1.2166	1	100	586650.29	2188426.36	19° 47' 23.076" N	98° 10' 21.935" W
1.2166	1	101	586650.22	2188431.48	19° 47' 23.242" N	98° 10' 21.937" W
1.2166	1	102	586651.24	2188433.17	19° 47' 23.297" N	98° 10' 21.902" W
1.2166	1	103	586652.43	2188439.65	19° 47' 23.508" N	98° 10' 21.860" W
1.2166	1	104	586656.98	2188444.55	19° 47' 23.666" N	98° 10' 21.703" W
1.2166	1	105	586657.52	2188448.94	19° 47' 23.809" N	98° 10' 21.684" W
1.2166	1	106	586654.48	2188448.89	19° 47' 23.808" N	98° 10' 21.788" W
1.2166	1	107	586649.13	2188448.78	19° 47' 23.805" N	98° 10' 21.972" W
1.2166	1	108	586646.05	2188458.52	19° 47' 24.122" N	98° 10' 22.076" W
1.2166	1	109	586646.88	2188462.89	19° 47' 24.264" N	98° 10' 22.047" W
1.2166	1	110	586643.98	2188473.17	19° 47' 24.599" N	98° 10' 22.145" W
1.2166	1	111	586640.56	2188482.31	19° 47' 24.897" N	98° 10' 22.260" W
1.2166	1	112	586639.86	2188484.85	19° 47' 24.980" N	98° 10' 22.284" W
1.2166	1	113	586638.19	2188490.91	19° 47' 25.177" N	98° 10' 22.341" W
1.2166	1	114	586634.99	2188499.76	19° 47' 25.466" N	98° 10' 22.449" W
1.2166	1	115	586637.08	2188513.48	19° 47' 25.912" N	98° 10' 22.375" W
1.2166	1	116	586637.12	2188524.12	19° 47' 26.258" N	98° 10' 22.372" W
1.2166	1	117	586632.88	2188541.43	19° 47' 26.821" N	98° 10' 22.515" W
1.2166	1	118	586637.32	2188546.85	19° 47' 26.997" N	98° 10' 22.361" W
1.2166	1	119	586637.42	2188547.56	19° 47' 27.020" N	98° 10' 22.358" W
1.2166	1	120	586643.06	2188548.03	19° 47' 27.034" N	98° 10' 22.164" W
1.2166	1	121	586649.18	2188543.03	19° 47' 26.871" N	98° 10' 21.954" W
1.2166	1	122	586651.32	2188539.27	19° 47' 26.748" N	98° 10' 21.881" W
1.2166	1	123	586659.88	2188523.41	19° 47' 26.231" N	98° 10' 21.590" W
1.2166	1	124	586666.96	2188516.97	19° 47' 26.020" N	98° 10' 21.348" W
1.2166	1	125	586669.22	2188510.18	19° 47' 25.799" N	98° 10' 21.271" W
1.2166	1	126	586680.63	2188496.59	19° 47' 25.355" N	98° 10' 20.881" W
1.2166	1	127	586685.94	2188488.08	19° 47' 25.078" N	98° 10' 20.700" W
1.2166	1	128	586687.48	2188485.62	19° 47' 24.997" N	98° 10' 20.648" W
1.2166	1	129	586687.76	2188485.16	19° 47' 24.982" N	98° 10' 20.638" W
1.2166	1	130	586689.1	2188483.02	19° 47' 24.913" N	98° 10' 20.592" W
1.2166	1	131	586690.5	2188480.95	19° 47' 24.845" N	98° 10' 20.545" W
1.2166	1	132	586690.61	2188480.76	19° 47' 24.839" N	98° 10' 20.541" W
1.2166	1	133	586690.72	2188480.62	19° 47' 24.834" N	98° 10' 20.537" W
1.2166	1	134	586692.51	2188478.31	19° 47' 24.759" N	98° 10' 20.476" W
1.2166	1	135	586692.68	2188478.08	19° 47' 24.751" N	98° 10' 20.470" W
1.2166	1	136	586693.04	2188477.61	19° 47' 24.736" N	98° 10' 20.458" W
1.2166	1	137	586704.52	2188463.9	19° 47' 24.288" N	98° 10' 20.066" W
1.2166	1	138	586703.81	2188460.38	19° 47' 24.174" N	98° 10' 20.091" W
1.2166	1	139	586702.46	2188453.69	19° 47' 23.956" N	98° 10' 20.138" W
1.2166	1	140	586702.28	2188446.54	19° 47' 23.724" N	98° 10' 20.145" W
1.2166	1	141	586704.79	2188421.69	19° 47' 22.915" N	98° 10' 20.063" W
1.2166	1	142	586707.75	2188414.46	19° 47' 22.679" N	98° 10' 19.963" W
1.2166	1	143	586720.09	2188407.75	19° 47' 22.459" N	98° 10' 19.540" W
0.6349	2	1	586690.87	2188520.8	19° 47' 26.141" N	98° 10' 20.525" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.6349	2	2	586689.33	2188516.29	19° 47' 25.995" N	98° 10' 20.579" W
0.6349	2	3	586693.03	2188510.48	19° 47' 25.805" N	98° 10' 20.453" W
0.6349	2	4	586692.4	2188497.5	19° 47' 25.383" N	98° 10' 20.476" W
0.6349	2	5	586699.37	2188486.02	19° 47' 25.009" N	98° 10' 20.239" W
0.6349	2	6	586706.76	2188474.99	19° 47' 24.648" N	98° 10' 19.987" W
0.6349	2	7	586704.72	2188476.38	19° 47' 24.694" N	98° 10' 20.057" W
0.6349	2	8	586701.29	2188478.74	19° 47' 24.771" N	98° 10' 20.174" W
0.6349	2	9	586700.17	2188479.66	19° 47' 24.801" N	98° 10' 20.213" W
0.6349	2	10	586693.98	2188484.73	19° 47' 24.967" N	98° 10' 20.424" W
0.6349	2	11	586693.36	2188485.23	19° 47' 24.984" N	98° 10' 20.445" W
0.6349	2	12	586692.37	2188486.62	19° 47' 25.029" N	98° 10' 20.479" W
0.6349	2	13	586688.23	2188492.43	19° 47' 25.219" N	98° 10' 20.621" W
0.6349	2	14	586688.02	2188492.72	19° 47' 25.228" N	98° 10' 20.628" W
0.6349	2	15	586685.98	2188495.58	19° 47' 25.322" N	98° 10' 20.697" W
0.6349	2	16	586683.84	2188498.57	19° 47' 25.419" N	98° 10' 20.770" W
0.6349	2	17	586672.59	2188514.83	19° 47' 25.950" N	98° 10' 21.154" W
0.6349	2	18	586670.02	2188519.67	19° 47' 26.108" N	98° 10' 21.242" W
0.6349	2	19	586664.67	2188526.12	19° 47' 26.318" N	98° 10' 21.425" W
0.6349	2	20	586663.48	2188527.91	19° 47' 26.377" N	98° 10' 21.465" W
0.6349	2	21	586663.12	2188528.44	19° 47' 26.394" N	98° 10' 21.477" W
0.6349	2	22	586653.47	2188542.89	19° 47' 26.866" N	98° 10' 21.807" W
0.6349	2	23	586651.46	2188547.41	19° 47' 27.013" N	98° 10' 21.875" W
0.6349	2	24	586649.8	2188553.05	19° 47' 27.197" N	98° 10' 21.931" W
0.6349	2	25	586649.64	2188553.6	19° 47' 27.215" N	98° 10' 21.937" W
0.6349	2	26	586638.02	2188561.45	19° 47' 27.472" N	98° 10' 22.335" W
0.6349	2	27	586630.57	2188561.04	19° 47' 27.460" N	98° 10' 22.591" W
0.6349	2	28	586627.52	2188555.73	19° 47' 27.287" N	98° 10' 22.696" W
0.6349	2	29	586627.77	2188553.05	19° 47' 27.200" N	98° 10' 22.688" W
0.6349	2	30	586628.11	2188549.55	19° 47' 27.086" N	98° 10' 22.677" W
0.6349	2	31	586628.16	2188541.62	19° 47' 26.828" N	98° 10' 22.677" W
0.6349	2	32	586630.35	2188528.44	19° 47' 26.399" N	98° 10' 22.604" W
0.6349	2	33	586630.44	2188527.91	19° 47' 26.382" N	98° 10' 22.601" W
0.6349	2	34	586630.78	2188525.84	19° 47' 26.315" N	98° 10' 22.589" W
0.6349	2	35	586631.93	2188512.27	19° 47' 25.873" N	98° 10' 22.552" W
0.6349	2	36	586629.83	2188498.6	19° 47' 25.429" N	98° 10' 22.626" W
0.6349	2	37	586631.82	2188492.72	19° 47' 25.237" N	98° 10' 22.559" W
0.6349	2	38	586632.78	2188489.86	19° 47' 25.144" N	98° 10' 22.527" W
0.6349	2	39	586634.12	2188479.63	19° 47' 24.811" N	98° 10' 22.482" W
0.6349	2	40	586636.94	2188472.77	19° 47' 24.587" N	98° 10' 22.387" W
0.6349	2	41	586641.08	2188460.2	19° 47' 24.178" N	98° 10' 22.247" W
0.6349	2	42	586641.66	2188453.49	19° 47' 23.959" N	98° 10' 22.228" W
0.6349	2	43	586641.15	2188449.07	19° 47' 23.816" N	98° 10' 22.246" W
0.6349	2	44	586640.97	2188447.57	19° 47' 23.767" N	98° 10' 22.252" W
0.6349	2	45	586643.8	2188442.63	19° 47' 23.606" N	98° 10' 22.156" W
0.6349	2	46	586643.47	2188439.56	19° 47' 23.506" N	98° 10' 22.168" W
0.6349	2	47	586645.4	2188438.44	19° 47' 23.469" N	98° 10' 22.102" W
0.6349	2	48	586645.81	2188431.83	19° 47' 23.254" N	98° 10' 22.089" W
0.6349	2	49	586645.52	2188429.43	19° 47' 23.176" N	98° 10' 22.099" W
0.6349	2	50	586645.44	2188427.36	19° 47' 23.109" N	98° 10' 22.102" W
0.6349	2	51	586644.9	2188420.8	19° 47' 22.895" N	98° 10' 22.122" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.6349	2	52	586642.91	2188406.24	19° 47' 22.422" N	98° 10' 22.193" W
0.6349	2	53	586639.19	2188398.4	19° 47' 22.168" N	98° 10' 22.322" W
0.6349	2	54	586643.55	2188393.23	19° 47' 21.999" N	98° 10' 22.173" W
0.6349	2	55	586647.21	2188385.96	19° 47' 21.762" N	98° 10' 22.048" W
0.6349	2	56	586647.05	2188380.81	19° 47' 21.594" N	98° 10' 22.054" W
0.6349	2	57	586646.94	2188376.86	19° 47' 21.466" N	98° 10' 22.059" W
0.6349	2	58	586652.69	2188370.03	19° 47' 21.243" N	98° 10' 21.863" W
0.6349	2	59	586653.16	2188367.95	19° 47' 21.175" N	98° 10' 21.847" W
0.6349	2	60	586654.21	2188361.37	19° 47' 20.961" N	98° 10' 21.812" W
0.6349	2	61	586653.23	2188357.86	19° 47' 20.847" N	98° 10' 21.846" W
0.6349	2	62	586653.21	2188356.29	19° 47' 20.796" N	98° 10' 21.847" W
0.6349	2	63	586633.78	2188395.18	19° 47' 22.064" N	98° 10' 22.508" W
0.6349	2	64	586627.83	2188431.75	19° 47' 23.254" N	98° 10' 22.706" W
0.6349	2	65	586592.67	2188533.56	19° 47' 26.572" N	98° 10' 23.898" W
0.6349	2	66	586621.4	2188564.8	19° 47' 27.583" N	98° 10' 22.905" W
0.6349	2	67	586649.16	2188582.56	19° 47' 28.157" N	98° 10' 21.948" W
0.6349	2	68	586661.59	2188590.27	19° 47' 28.406" N	98° 10' 21.520" W
0.6349	2	69	586690.87	2188520.8	19° 47' 26.141" N	98° 10' 20.525" W
0.1469	3	1	586750.66	2188311.82	19° 47' 19.334" N	98° 10' 18.506" W
0.1469	3	2	586716.4	2188293.9	19° 47' 18.756" N	98° 10' 19.686" W
0.1469	3	3	586717.84	2188299.2	19° 47' 18.928" N	98° 10' 19.636" W
0.1469	3	4	586721.15	2188308.77	19° 47' 19.239" N	98° 10' 19.520" W
0.1469	3	5	586721.25	2188309.07	19° 47' 19.249" N	98° 10' 19.517" W
0.1469	3	6	586722.12	2188309.57	19° 47' 19.265" N	98° 10' 19.487" W
0.1469	3	7	586723.7	2188310.14	19° 47' 19.283" N	98° 10' 19.432" W
0.1469	3	8	586727.76	2188311.31	19° 47' 19.321" N	98° 10' 19.292" W
0.1469	3	9	586727.89	2188311.32	19° 47' 19.321" N	98° 10' 19.288" W
0.1469	3	10	586728.02	2188311.33	19° 47' 19.321" N	98° 10' 19.284" W
0.1469	3	11	586729.06	2188311.44	19° 47' 19.325" N	98° 10' 19.248" W
0.1469	3	12	586735.63	2188314.31	19° 47' 19.417" N	98° 10' 19.022" W
0.1469	3	13	586742.58	2188320.83	19° 47' 19.628" N	98° 10' 18.782" W
0.1469	3	14	586736.18	2188324.14	19° 47' 19.737" N	98° 10' 19.001" W
0.1469	3	15	586732.01	2188331.87	19° 47' 19.989" N	98° 10' 19.143" W
0.1469	3	16	586725.31	2188340.28	19° 47' 20.264" N	98° 10' 19.372" W
0.1469	3	17	586722.01	2188346.02	19° 47' 20.451" N	98° 10' 19.484" W
0.1469	3	18	586716.42	2188349.29	19° 47' 20.558" N	98° 10' 19.676" W
0.1469	3	19	586716.51	2188357.61	19° 47' 20.828" N	98° 10' 19.671" W
0.1469	3	20	586714.65	2188359.88	19° 47' 20.903" N	98° 10' 19.735" W
0.1469	3	21	586709.56	2188367.65	19° 47' 21.156" N	98° 10' 19.909" W
0.1469	3	22	586709.41	2188369.08	19° 47' 21.203" N	98° 10' 19.913" W
0.1469	3	23	586710.46	2188372.38	19° 47' 21.310" N	98° 10' 19.877" W
0.1469	3	24	586709.24	2188372.79	19° 47' 21.324" N	98° 10' 19.919" W
0.1469	3	25	586709.34	2188375.37	19° 47' 21.407" N	98° 10' 19.915" W
0.1469	3	26	586708.82	2188378.12	19° 47' 21.497" N	98° 10' 19.932" W
0.1469	3	27	586713.22	2188379.77	19° 47' 21.550" N	98° 10' 19.781" W
0.1469	3	28	586718.04	2188377.59	19° 47' 21.478" N	98° 10' 19.616" W
0.1469	3	29	586723.76	2188382.2	19° 47' 21.627" N	98° 10' 19.418" W
0.1469	3	30	586723.39	2188383.26	19° 47' 21.662" N	98° 10' 19.431" W
0.1469	3	31	586725.23	2188386.04	19° 47' 21.752" N	98° 10' 19.367" W
0.1469	3	32	586729.95	2188373.08	19° 47' 21.330" N	98° 10' 19.207" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.1469	3	33	586730.1	2188372.67	19° 47' 21.316" N	98° 10' 19.202" W
0.1469	3	34	586730.37	2188372.07	19° 47' 21.297" N	98° 10' 19.193" W
0.1469	3	35	586730.46	2188371.91	19° 47' 21.291" N	98° 10' 19.190" W
0.1469	3	36	586732.65	2188367.65	19° 47' 21.153" N	98° 10' 19.115" W
0.1469	3	37	586736.76	2188357.56	19° 47' 20.824" N	98° 10' 18.976" W
0.1469	3	38	586736.78	2188357.5	19° 47' 20.822" N	98° 10' 18.975" W
0.1469	3	39	586737.05	2188356.91	19° 47' 20.802" N	98° 10' 18.966" W
0.1469	3	40	586737.36	2188356.33	19° 47' 20.784" N	98° 10' 18.955" W
0.1469	3	41	586737.42	2188356.22	19° 47' 20.780" N	98° 10' 18.953" W
0.1469	3	42	586743.07	2188346.73	19° 47' 20.470" N	98° 10' 18.761" W
0.1469	3	43	586744.48	2188341.97	19° 47' 20.315" N	98° 10' 18.713" W
0.1469	3	44	586744.6	2188341.6	19° 47' 20.303" N	98° 10' 18.709" W
0.1469	3	45	586744.77	2188341.12	19° 47' 20.288" N	98° 10' 18.703" W
0.1469	3	46	586746.26	2188326.25	19° 47' 19.804" N	98° 10' 18.654" W
0.1469	3	47	586746.29	2188325.94	19° 47' 19.794" N	98° 10' 18.653" W
0.1469	3	48	586746.4	2188325.29	19° 47' 19.773" N	98° 10' 18.650" W
0.1469	3	49	586746.55	2188324.66	19° 47' 19.752" N	98° 10' 18.645" W
0.1469	3	50	586746.68	2188324.19	19° 47' 19.737" N	98° 10' 18.640" W
0.1469	3	51	586750.66	2188311.82	19° 47' 19.334" N	98° 10' 18.506" W
0.0109	4	1	586730.12	2188403.76	19° 47' 22.328" N	98° 10' 19.196" W
0.0109	4	2	586728.79	2188403.27	19° 47' 22.312" N	98° 10' 19.242" W
0.0109	4	3	586727.36	2188402.48	19° 47' 22.287" N	98° 10' 19.291" W
0.0109	4	4	586726.09	2188401.46	19° 47' 22.254" N	98° 10' 19.335" W
0.0109	4	5	586725.19	2188400.51	19° 47' 22.223" N	98° 10' 19.366" W
0.0109	4	6	586724.43	2188399.45	19° 47' 22.188" N	98° 10' 19.392" W
0.0109	4	7	586723.68	2188398	19° 47' 22.141" N	98° 10' 19.418" W
0.0109	4	8	586723.11	2188396.12	19° 47' 22.080" N	98° 10' 19.438" W
0.0109	4	9	586722.93	2188394.59	19° 47' 22.030" N	98° 10' 19.445" W
0.0109	4	10	586720.43	2188395.52	19° 47' 22.061" N	98° 10' 19.530" W
0.0109	4	11	586714.44	2188396.27	19° 47' 22.086" N	98° 10' 19.736" W
0.0109	4	12	586715.95	2188400.03	19° 47' 22.209" N	98° 10' 19.684" W
0.0109	4	13	586716.75	2188404.58	19° 47' 22.356" N	98° 10' 19.655" W
0.0109	4	14	586721.6	2188406.93	19° 47' 22.432" N	98° 10' 19.488" W
0.0109	4	15	586721.76	2188406.85	19° 47' 22.429" N	98° 10' 19.483" W
0.0109	4	16	586729.56	2188405.85	19° 47' 22.396" N	98° 10' 19.215" W
0.0109	4	17	586730.12	2188403.76	19° 47' 22.328" N	98° 10' 19.196" W

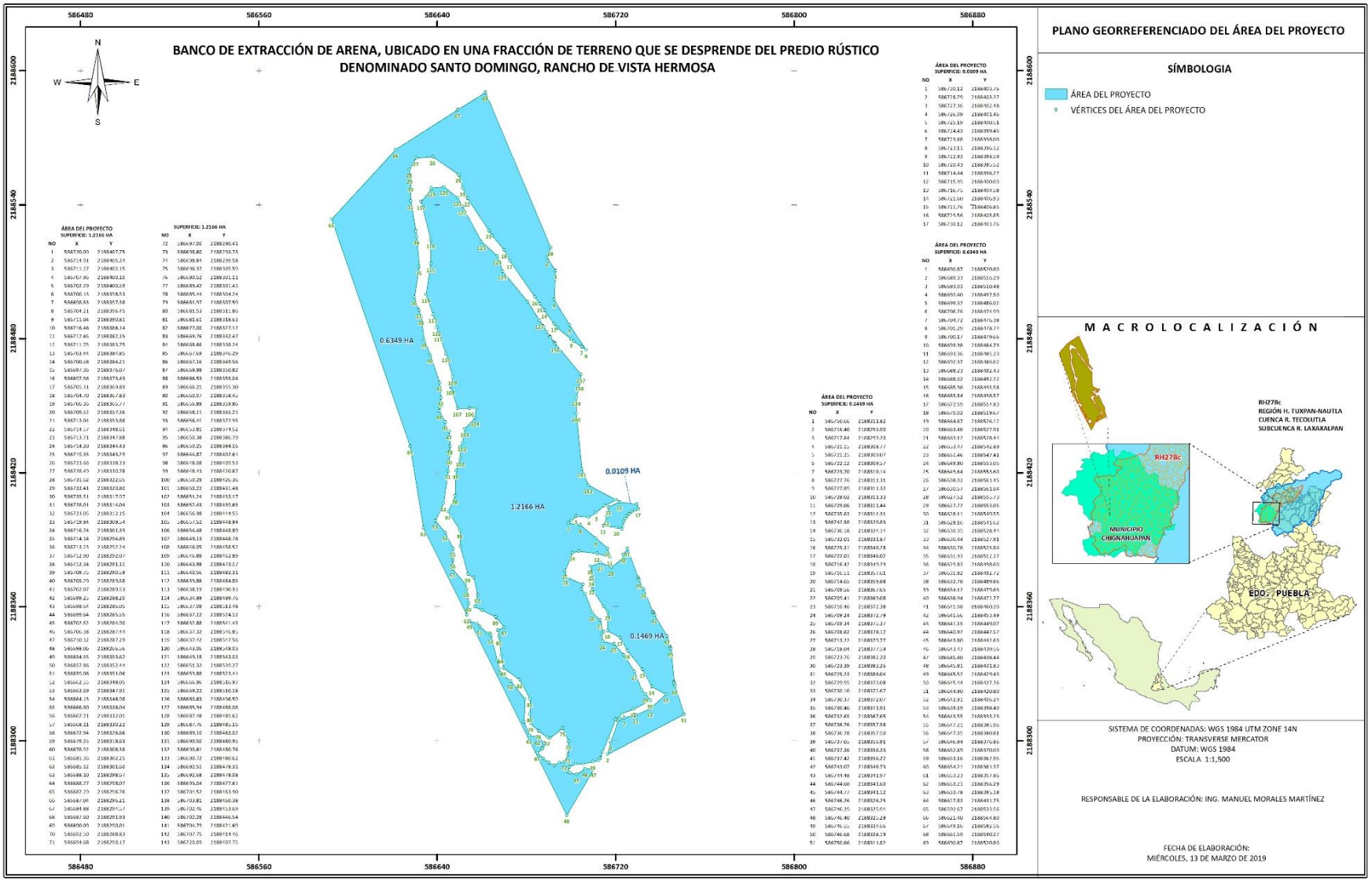


Figura I.2. Plano de delimitación del área del proyecto.

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	2.0093
Grado de riesgo de tormentas eléctricas	Medio	
Grado de riesgo de granizo	Bajo	
Grado de riesgo de sequía	Muy bajo	

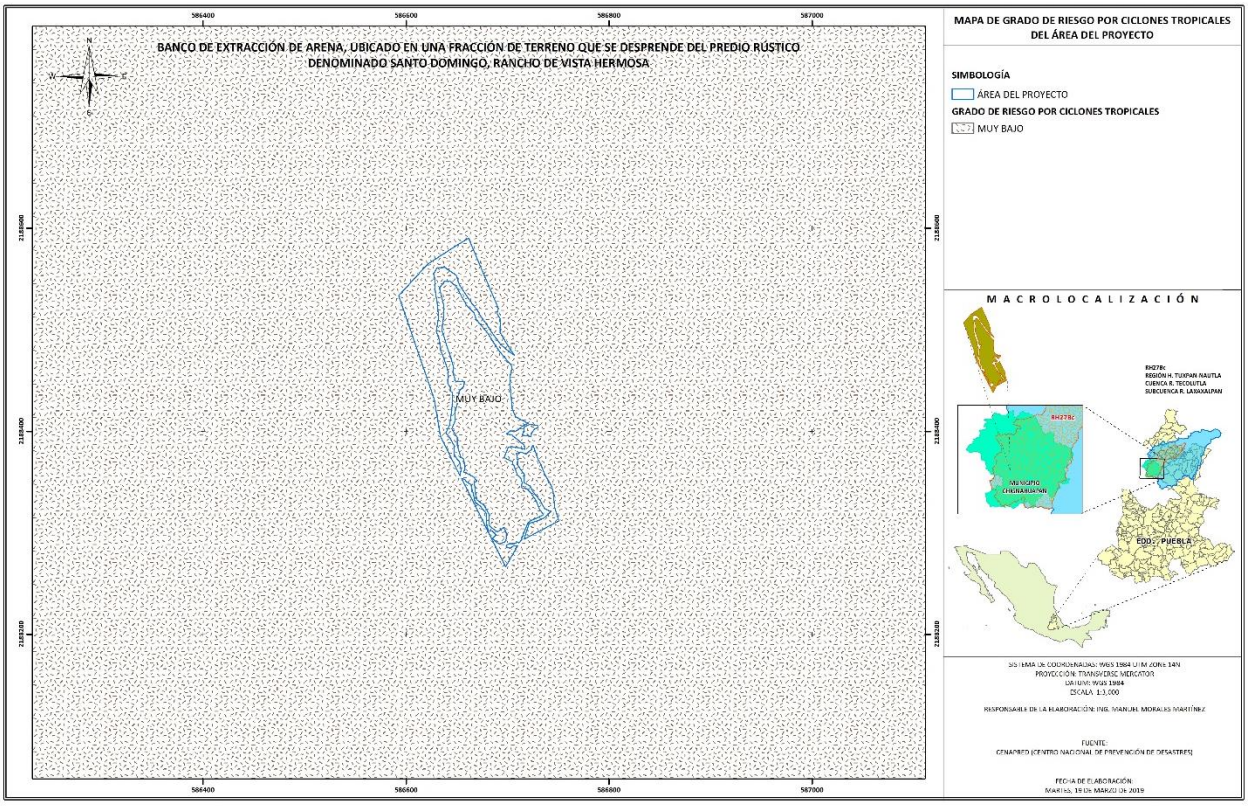


Figura I.3. Grado de riesgo de ciclones tropicales.

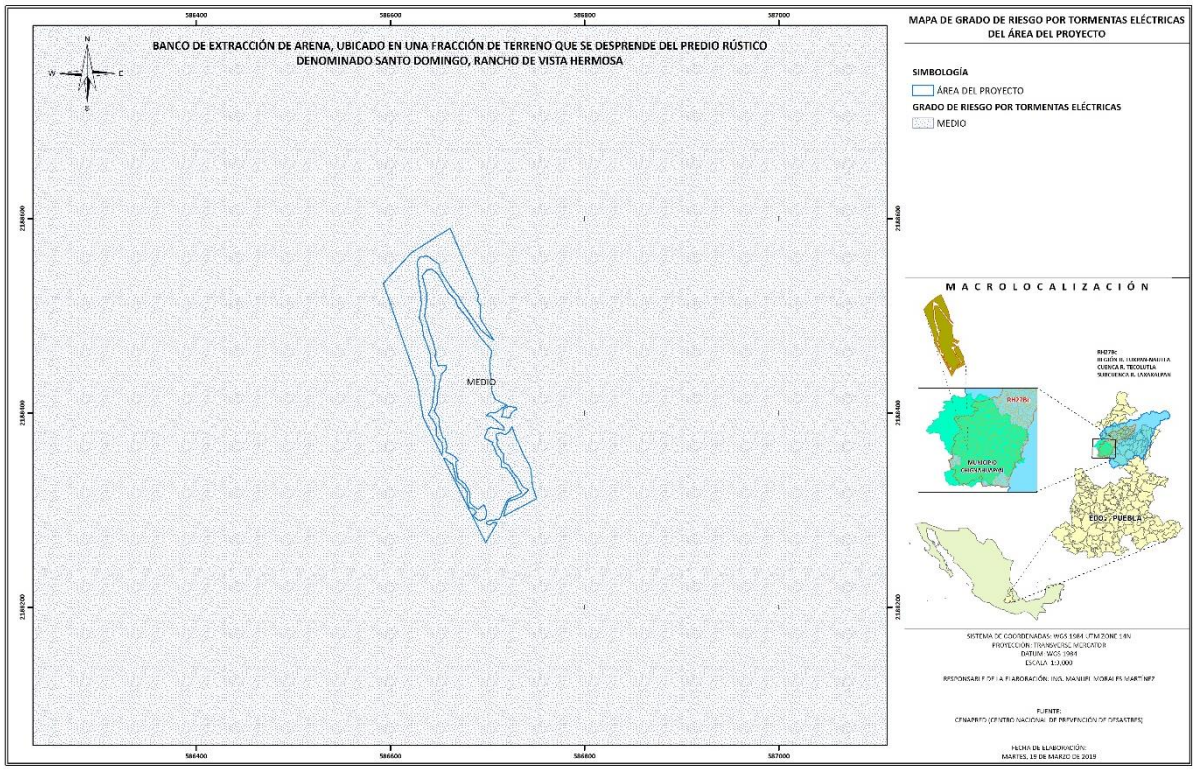


Figura I.4. Grado de riesgo de tormentas eléctricas.

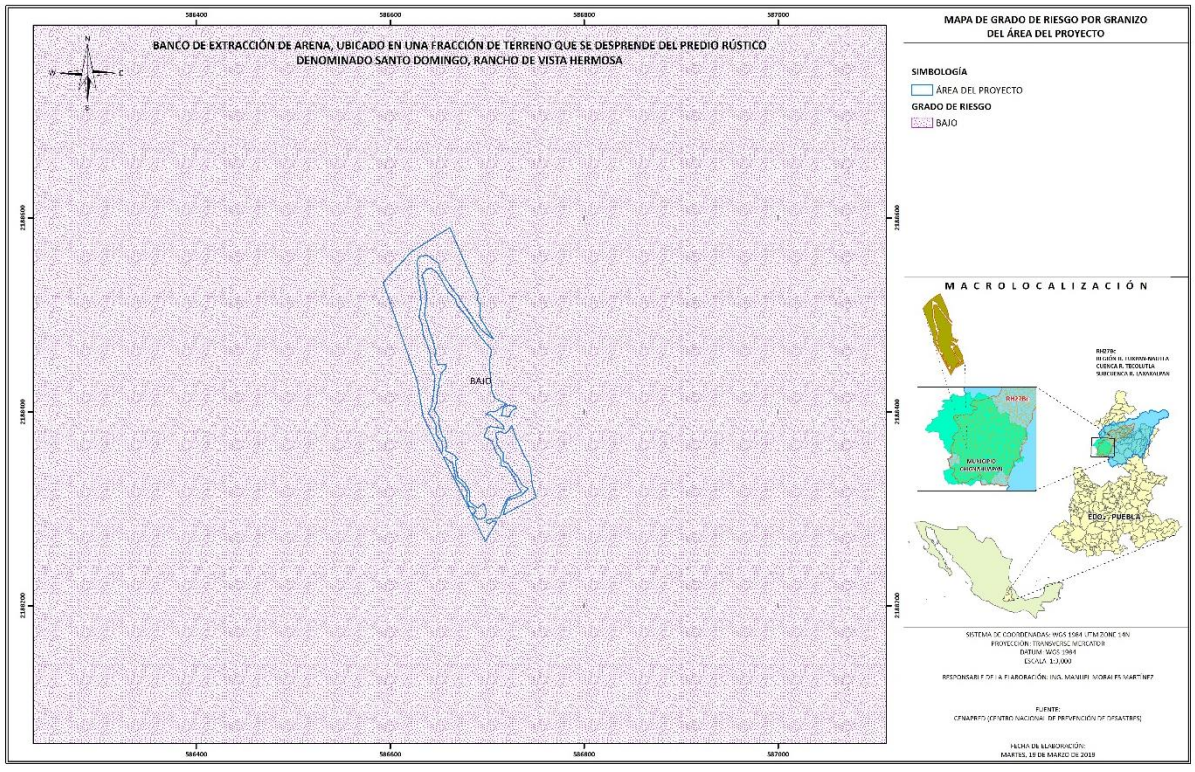


Figura I.5. Grado de riesgo de granizo

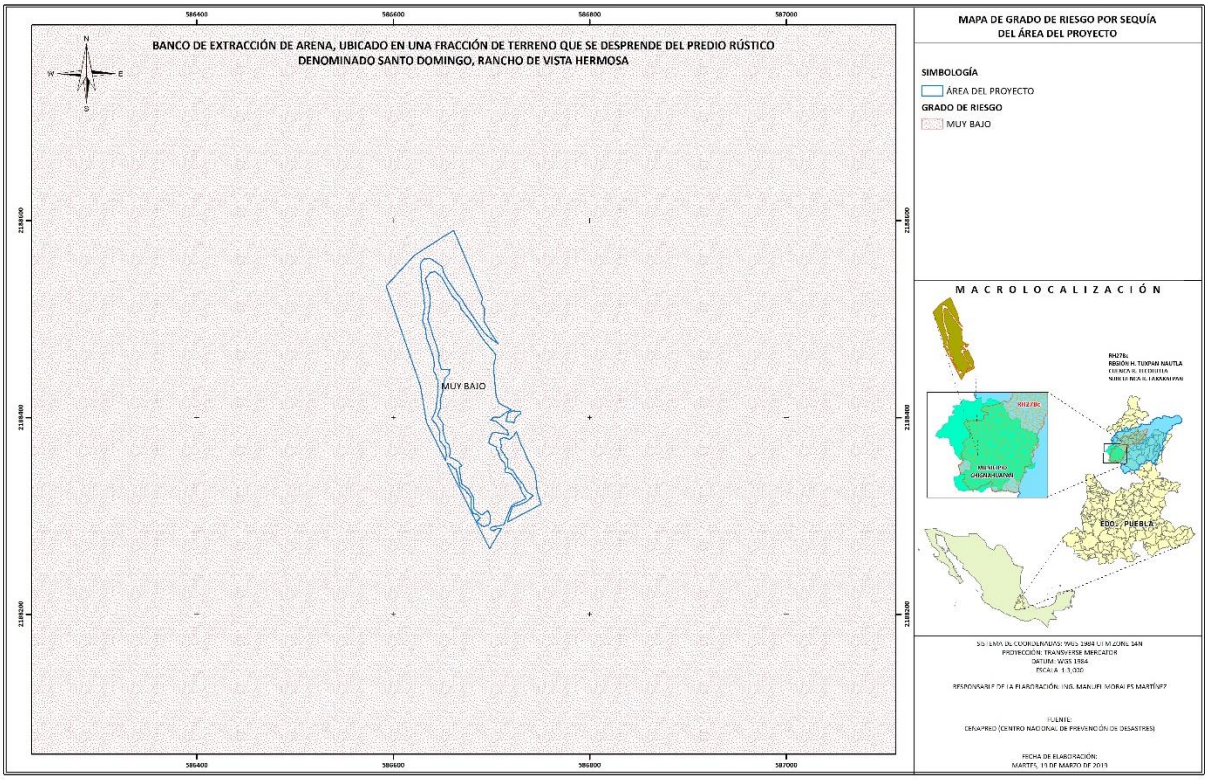


Figura I.6. Grado de riesgo de sequía.

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.

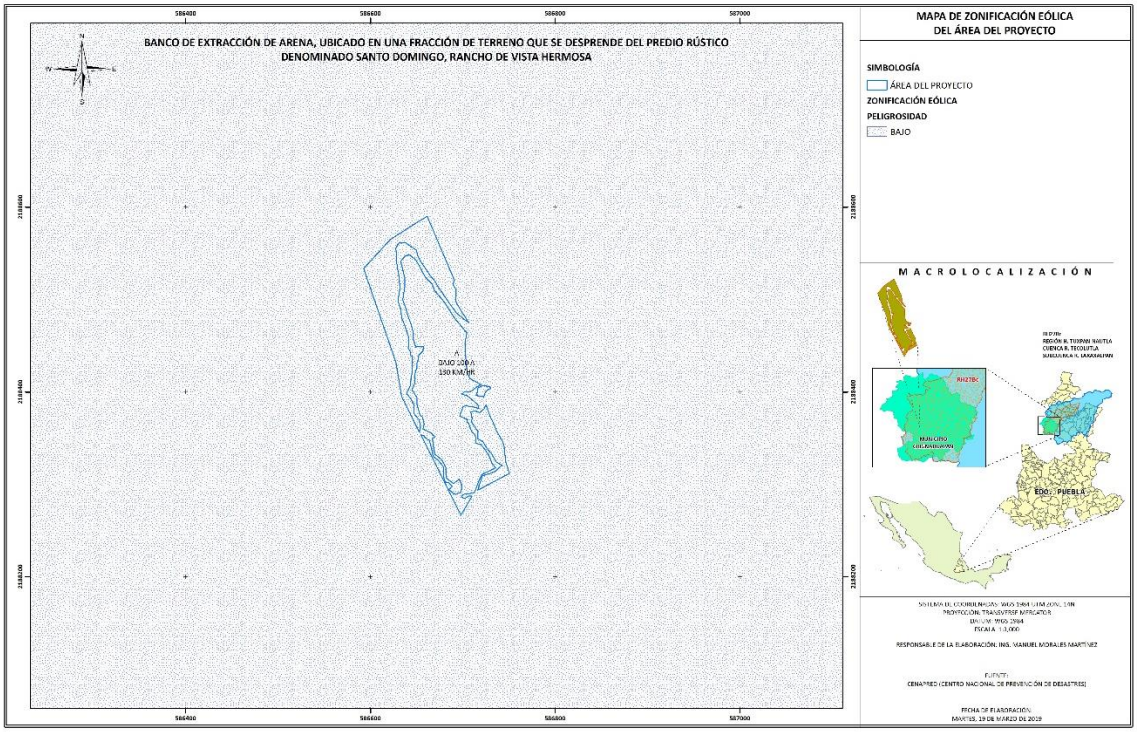


Figura I.7. Mapa de velocidad del viento.

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

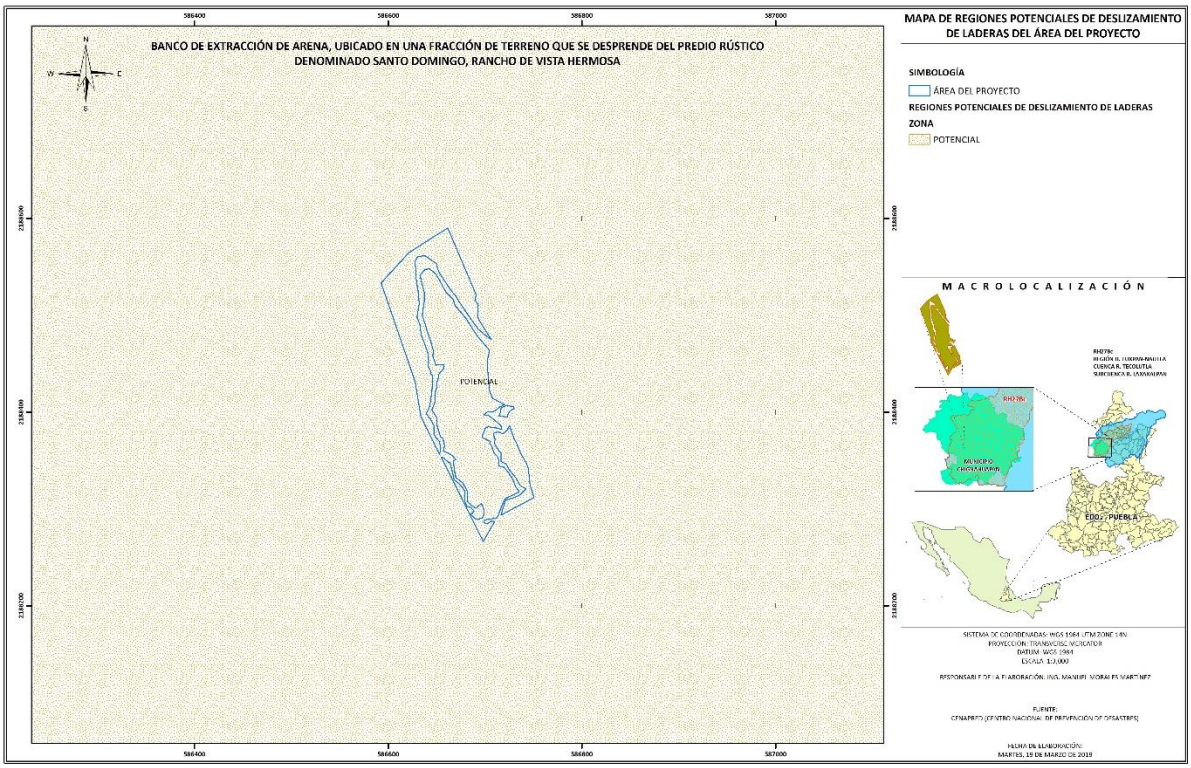


Figura I.8. Mapa del proyecto inmerso en la región potencial de deslizamiento de laderas.

De igual manera el área del proyecto corresponde a la zona con peligro medio de sismicidad figura I.9. y el riesgo por inundación alto figura I.10.

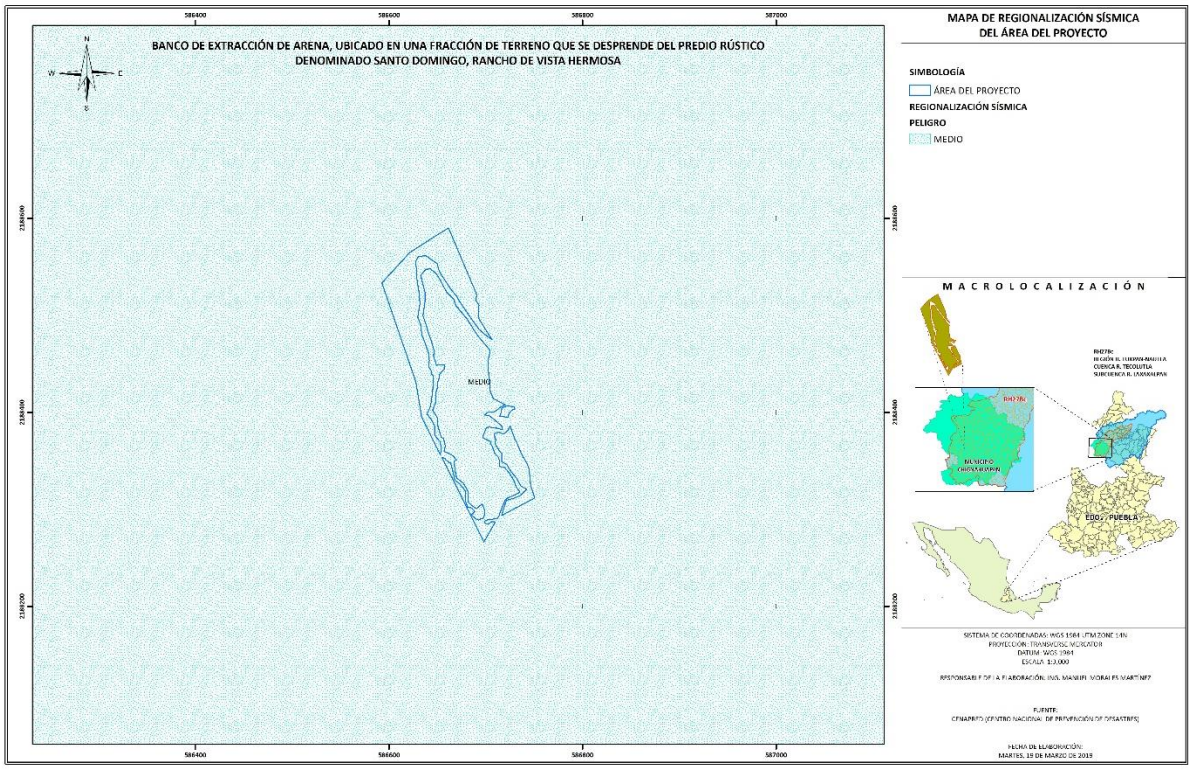


Figura I.9. Mapa de sismicidad.

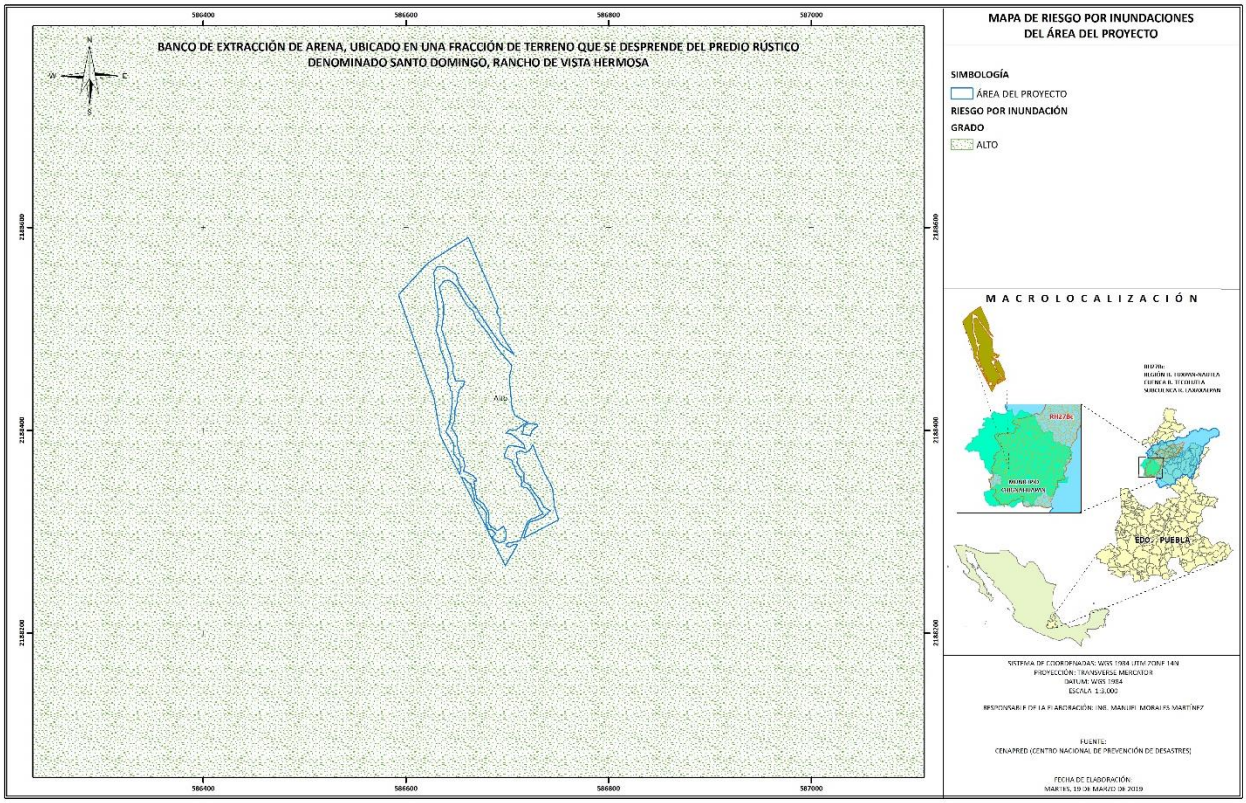


Figura I.10. Mapa de riesgo por inundación

De igual manera en el área del proyecto no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son: Cerro Grande ubicado a 29.76km, Apan-Tezotepec ubicado a 36.89km y una caldera denominada Acoculco ubicada a 20.18km, como se muestra en la siguiente figura.

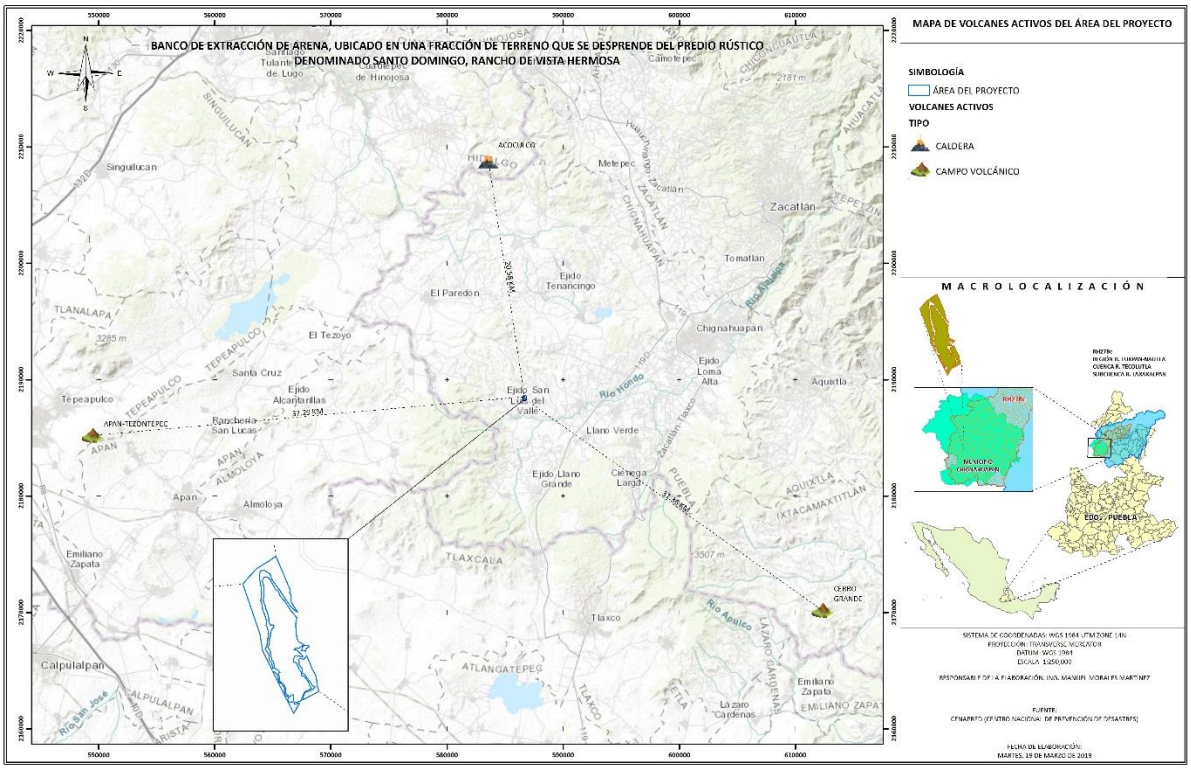


Figura I.11. Mapa de volcanes activo cercanos al área del proyecto.

El área del proyecto se encuentra cerca de 2 fracturas con orientación norte – sur en una distancia de 12.00 y 7.43 km, una falla con la misma orientación a 12.31 km aproximadamente.

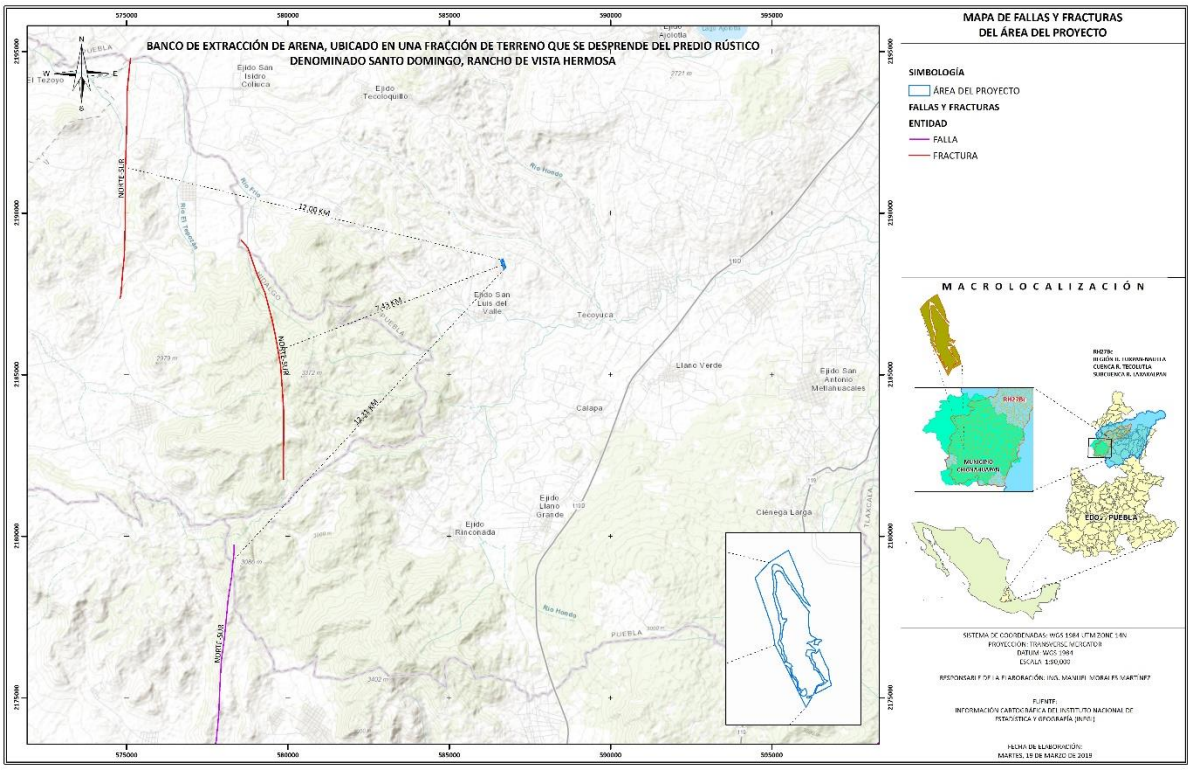


Figura I.12. Mapa de fallas y fracturas del área del proyecto.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se tendrá una vida útil de 12 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 los mismos 12 años, 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 requieren de 8 años más para la aplicación de las medidas de mitigación, compensación y/o prevención.

Cuadro I.3. Cronograma de actividades.

Actividad	Vida útil del proyecto en años y semestres																								Años posteriores al proyecto															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																																								
Rescate de flora silvestre	■								■								■						■																			
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre	■	■							■	■							■	■					■	■																		
Rescate de fauna silvestre	■	■							■	■							■	■					■	■																		
Colocación de obras temporales (baños y contenedores)	■								■								■						■																			
Actividades del cambio de uso de suelo																																								
Señalización (Delimitación del área)	■								■								■						■																			
Desmonte	■								■								■						■																			
Extracción de materias primas provenientes del desmonte	■								■								■						■																			
Despalme		■								■								■						■																		
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																																								
Derribo	■								■								■						■																			
Humedecimiento de superficies		■								■								■						■																		
Transporte de material orgánico		■								■								■						■																		
Almacenamiento de material orgánico.		■								■								■						■																		
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																																								
Reubicación de flora silvestre	■								■								■						■																			

Actividad	Vida útil del proyecto en años y semestres																								Años posteriores al proyecto															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Obras de conservación (terrazas individuales)$_1$																																								
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación																																								
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención posteriores al cambio de uso de suelo																																								
Reforestación adicional																																								
Obras de conservación (terrazas individuales)$_2$																																								
Reposición de planta (30%)																																								
Mantenimiento de la reforestación																																								
Estabilización de taludes																																								
Reincorporación de suelo fértil																																								
Rehabilitación del sitio y obras de conservación de suelos$_3$																																								
Reposición de planta (30%)																																								
Mantenimiento de la rehabilitación																																								

$_1$ Estas obras están enfocadas para los géneros (A*gave, Mammillaria y Opuntia*) que son de algunos de los géneros de las especies a reubicar.

$_2$ Estas obras están enfocadas para los individuos de las especies a reforestar.

$_3$ Estas obras están enfocadas para los individuos de las especies en el área de rehabilitación.

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

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

1.3.5 Número de inscripción en registro forestal nacional (número, libro, tipo y volumen).

1.3.6 Identificación oficial

1.4 Presentación de la documentación legal

Nota: se anexan planos ANEXO 13. ANEXO CARTOGRÀFICO/ CAPÍTULO I.

1.5 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 2
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto 2
II.1.4. Inversión requerida 30
II.1.5. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 31
II.2. Características particulares del proyecto 38
II.2.1. Programa de trabajo 39
II.2.2. Representación gráfica local 43
II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción 45
II.2.3.1 Etapa de preparación del sitio (cambio de uso de suelo) 45
II.2.3.2 Etapa de construcción 68
II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento 68
II.2.5. Etapa de abandono del sitio 69
II.2.6. Utilización de explosivos 69
II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera. 69
II.3 Bibliografía 71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Coordenadas de los polígonos del área del proyecto. 3
Cuadro II.2. Condiciones abióticas y bióticas del predio. 13
Cuadro II.3. Coordenadas de los polígonos del área del proyecto. 13
Cuadro II.4. Clasificación actual del predio. 15
Cuadro II.5. Coordenadas del camino dentro del predio. 21
Cuadro II.6. Superficie a afectar. 23
Cuadro II.7. Clasificación de superficie del área del proyecto. 25
Cuadro II.8. Condiciones abióticas y bióticas del área del proyecto. 26
Cuadro II.9. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto. 27
Cuadro II.10. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto. 30
Cuadro II.11. Tramo y longitud del camino existente. 32
Cuadro II.12. Coordenadas del tramo 1. 32
Cuadro II.13. Coordenadas del tramo 2. 33
Cuadro II.14. Coordenadas del tramo 3. 33
Cuadro II.15. Principales actividades desarrolladas en el proyecto. 38
Cuadro II.16. Cronograma de actividades. 40
Cuadro II.17. Actividades de preparación de sitio del área del proyecto. 42
Cuadro II.18. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio). 42
Cuadro II.19. Número de individuos a rescatar y reubicar. 46
Cuadro II.20. Determinación del tamaño de muestra. 53

Cuadro II.21. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra. 54
Cuadro II.22. Modelos matemáticos utilizados para la obtención del volumen fustal. 57
Cuadro II.23. Porcentaje de volumen fustal y de ramaje por especies. 57
Cuadro II.24. Volumen total del área del proyecto por especie. 58
Cuadro II.25. Volumen por año de intervención del área del proyecto. 59
Cuadro II.26. Renuevos por especie. 60
Cuadro II.27. Renuevos por año de intervención. 60
Cuadro II.28. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por hectárea y total. 61
Cuadro II.29. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por año de intervención. 61
Cuadro II.30. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por hectárea y total. 62
Cuadro II.31. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por año de intervención. 62
Cuadro II.32. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por hectárea y total. 63
Cuadro II.33. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por año de intervención. 63
Cuadro II.34. Información de retroexcavadora 416E o excavadora CAT 320 o similar. 67
Cuadro II.35. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3. 68
Cuadro II.36. Información de pipa de agua. 68
Cuadro II.37. Residuos orgánicos. 69
Cuadro II.38. Sólidos inorgánicos. 70
Cuadro II.39. Residuos líquidos 70
Cuadro II.40. Emisiones a la atmósfera. 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Plano de ubicación del proyecto. 1
Figura II.2. Ubicación del proyecto en la sierra norte del estado de Puebla. 3
Figura II.3. Ubicación y vértices del área del proyecto con coordenadas UTM WGS 84. 12
Figura II.4. Plano topográfico del predio. 14
Figura II.5. Mapa de clasificación actual del predio. 16
Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo- INEGI. 24
Figura II.7. Mapa de vegetación y uso de suelo- recorridos de campo. 25
Figura II.8. Mapa de clasificación de superficies del proyecto. 26
Figura II.9. Caracterización de zonas aledañas. 28
Figura II.10. Ubicación de almacén. 29
Figura II.11. Ubicación de superficies respecto al predio donde se sitúan. 30
Figura II.12. Mapa de ubicación del camino. 35
Figura II.13. Plano de desarrollo de extracción. 43
Figura II.14. Ubicación regional del área del proyecto. 44
Figura II.15. Ubicación local del área del proyecto. 44
Figura II.16. Ejemplo de muestreo para el estrato arbóreo. 52
Figura II.17. Ubicación del área de depósito de material fértil e inerte. 66

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II.1. Situación del área agrícola. 17
Imagen II.2. Situación del área agrícola. 18
Imagen II.3. Ubicación de asentamientos humanos. 19
Imagen II.4. Flora que se puede observar en vegetación de bosque de encino 20
Imagen II.5. Vista de la vegetación de bosque de encino presente en el predio. 20
Imagen II.6. Condición de camino. 21
Imagen II.7. Condición de camino. 22
Imagen II.8. Áreas de pruebas de extracción. 23
Imagen II.9. Condición del camino (Imagen 1). 36
Imagen II.10. Condición del camino (Imagen 2). 37
Imagen II.11. Condición de camino (Imagen 3). 38
Imagen II.12. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado. 47
Imagen II.13. Tipo de maquinaria empleada en el desmonte. 48
Imagen II.14. Ejemplo de la extracción de materias primas. 49
Imagen II.15. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme. 64
Imagen II.16. Ejemplo del transporte de tierra fértil e inerte. 65

II.1. Información general del proyecto

El objetivo de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular es la identificación, cuantificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que podría generar el desarrollo de la actividades en el sitio, así como en su área de influencia y el sistema ambiental.

Estas actividades se desarrollarán en una superficie de 2.0093 hectáreas, las cuales presentan vegetación de bosque de encino que serán sometidas a cambio de uso de suelo.



Figura II.1. Plano de ubicación del proyecto.

Cabe mencionar que no se requiere contar con ningún tipo de infraestructura especializada, únicamente las vías de comunicación, a través de las cuales se realizará el movimiento del material, que ya existen en el área. A los cuales solo se les dará mantenimiento constante para su buen funcionamiento. Siendo así, no se considera la construcción de infraestructura ni obras adicionales para la adecuada operación. 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 solo un uso de suelo:

Forestal: Conformado por 4 polígonos correspondientes a vegetación de bosque de encino

Consiste en el cambio de uso de suelo en una superficie de 2.0093 hectáreas, de manera paulatina durante 12 años, la ubicación corresponde a la localidad de Tecoyuca, municipio de Chignahuapan, Puebla.

Para llevar a cabo el cambio de uso de suelo, se realizará la preparación de sitio, en el 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 extracción de la arena con el uso de maquinaria, una vez que sea extraída, esta será transportada en camiones, por lo que no se realizará ningún tipo de transformación dentro del área.

En cuanto a los elementos naturales que resulten factibles por la realización del cambio de uso de suelo (suelo y productos maderables) serán aprovechados. El suelo fértil removido por la extracción será depositado en un lugar previamente elegido para el almacenamiento temporal. En relación a los productos maderables que resulten serán derribados de manera paulatina.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

La ubicación geopolítica es en el municipio de Chignahuapan, el cual se ubica en la en la Sierra Norte del estado de Puebla, en las coordenadas geográficas: 19º 39' 42" y 19º 58' 48" de latitud norte y 97º 57' 18" y 98º 18' 06" de longitud occidental; colinda al norte con Zacatlán, al sur con el estado de Tlaxcala, al oeste con Zacatlán y Aquixtla, y al poniente con el estado de Hidalgo.

De manera específica el área se localiza en la localidad de Tecoyuca, perteneciente al municipio de Chignahuapan, Pué., respecto a la región hidrológica, se encuentra inmersa en la Región Hidrológica de Tuxpan- Nautla (RH27B) como a continuación se muestra la macro-localización.

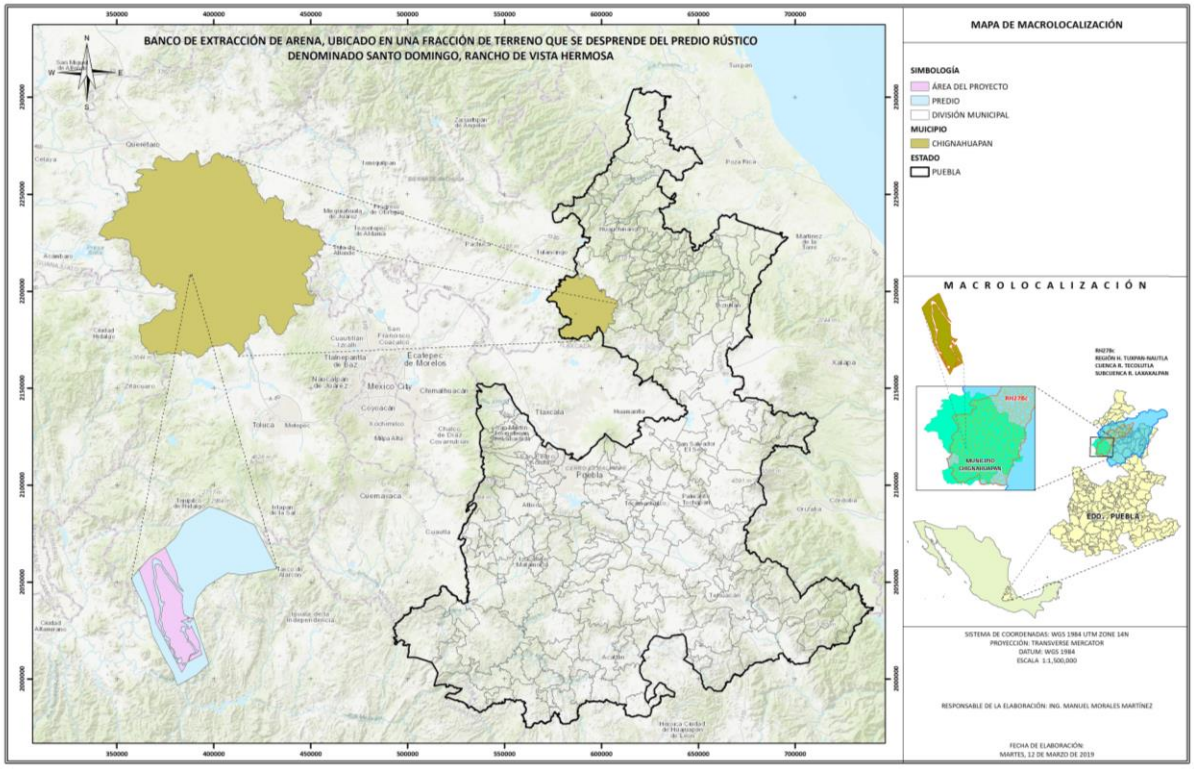


Figura II.2. Ubicación del proyecto en la sierra norte del estado de Puebla.

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 14 N) y geográficas que delimitan el área del proyecto, con su correspondiente plano de delimitación.

Cuadro II.1. Coordenadas de los polígonos del área del proyecto.

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	1	586720.09	2188407.75	19° 47' 22.459" N	98° 10' 19.540" W
1.2166	1	2	586714.91	2188405.24	19° 47' 22.378" N	98° 10' 19.719" W
1.2166	1	3	586711.27	2188402.15	19° 47' 22.278" N	98° 10' 19.844" W
1.2166	1	4	586707.96	2188400.1	19° 47' 22.212" N	98° 10' 19.958" W
1.2166	1	5	586702.29	2188400.59	19° 47' 22.229" N	98° 10' 20.153" W
1.2166	1	6	586700.13	2188398.53	19° 47' 22.162" N	98° 10' 20.228" W
1.2166	1	7	586698.83	2188397.38	19° 47' 22.125" N	98° 10' 20.272" W
1.2166	1	8	586704.21	2188396.45	19° 47' 22.094" N	98° 10' 20.088" W
1.2166	1	9	586711.04	2188390.81	19° 47' 21.910" N	98° 10' 19.854" W
1.2166	1	10	586716.46	2188386.14	19° 47' 21.757" N	98° 10' 19.668" W
1.2166	1	11	586717.45	2188382.15	19° 47' 21.627" N	98° 10' 19.635" W
1.2166	1	12	586711.75	2188383.75	19° 47' 21.680" N	98° 10' 19.830" W
1.2166	1	13	586703.44	2188384.85	19° 47' 21.717" N	98° 10' 20.116" W
1.2166	1	14	586700.58	2188384.21	19° 47' 21.696" N	98° 10' 20.214" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	15	586697.36	2188376.07	19° 47' 21.432" N	98° 10' 20.327" W
1.2166	1	16	586697.56	2188373.43	19° 47' 21.346" N	98° 10' 20.320" W
1.2166	1	17	586705.31	2188369.89	19° 47' 21.230" N	98° 10' 20.054" W
1.2166	1	18	586704.7	2188367.83	19° 47' 21.163" N	98° 10' 20.075" W
1.2166	1	19	586706.36	2188365.77	19° 47' 21.096" N	98° 10' 20.019" W
1.2166	1	20	586709.52	2188357.36	19° 47' 20.821" N	98° 10' 19.912" W
1.2166	1	21	586713.04	2188353.88	19° 47' 20.708" N	98° 10' 19.791" W
1.2166	1	22	586714.57	2188348.61	19° 47' 20.536" N	98° 10' 19.740" W
1.2166	1	23	586713.71	2188347.88	19° 47' 20.513" N	98° 10' 19.769" W
1.2166	1	24	586714.2	2188344.43	19° 47' 20.400" N	98° 10' 19.753" W
1.2166	1	25	586719.35	2188343.29	19° 47' 20.362" N	98° 10' 19.576" W
1.2166	1	26	586723.66	2188338.33	19° 47' 20.200" N	98° 10' 19.429" W
1.2166	1	27	586728.49	2188330.78	19° 47' 19.954" N	98° 10' 19.264" W
1.2166	1	28	586731.62	2188322.65	19° 47' 19.689" N	98° 10' 19.158" W
1.2166	1	29	586733.41	2188320.8	19° 47' 19.628" N	98° 10' 19.097" W
1.2166	1	30	586735.51	2188317.97	19° 47' 19.536" N	98° 10' 19.025" W
1.2166	1	31	586728.01	2188314.04	19° 47' 19.409" N	98° 10' 19.284" W
1.2166	1	32	586723.05	2188312.15	19° 47' 19.349" N	98° 10' 19.454" W
1.2166	1	33	586719.94	2188309.54	19° 47' 19.264" N	98° 10' 19.562" W
1.2166	1	34	586716.74	2188301.39	19° 47' 19.000" N	98° 10' 19.673" W
1.2166	1	35	586714.14	2188294.85	19° 47' 18.787" N	98° 10' 19.763" W
1.2166	1	36	586713.23	2188292.24	19° 47' 18.703" N	98° 10' 19.795" W
1.2166	1	37	586712.9	2188292.07	19° 47' 18.697" N	98° 10' 19.807" W
1.2166	1	38	586712.34	2188291.11	19° 47' 18.666" N	98° 10' 19.826" W
1.2166	1	39	586709.75	2188290.59	19° 47' 18.650" N	98° 10' 19.915" W
1.2166	1	40	586705.29	2188289.58	19° 47' 18.618" N	98° 10' 20.069" W
1.2166	1	41	586702.07	2188289.53	19° 47' 18.616" N	98° 10' 20.179" W
1.2166	1	42	586699.25	2188288.2	19° 47' 18.573" N	98° 10' 20.276" W
1.2166	1	43	586698.64	2188286.05	19° 47' 18.504" N	98° 10' 20.298" W
1.2166	1	44	586699.64	2188285.55	19° 47' 18.487" N	98° 10' 20.263" W
1.2166	1	45	586702.52	2188284.9	19° 47' 18.466" N	98° 10' 20.165" W
1.2166	1	46	586706.38	2188287.44	19° 47' 18.548" N	98° 10' 20.031" W
1.2166	1	47	586710.12	2188287.29	19° 47' 18.542" N	98° 10' 19.903" W
1.2166	1	48	586698.06	2188266.56	19° 47' 17.870" N	98° 10' 20.321" W
1.2166	1	49	586654.55	2188353.62	19° 47' 20.709" N	98° 10' 21.801" W
1.2166	1	50	586657.86	2188352.44	19° 47' 20.670" N	98° 10' 21.688" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	51	586659.06	2188351.06	19° 47' 20.625" N	98° 10' 21.647" W
1.2166	1	52	586662.55	2188348.05	19° 47' 20.526" N	98° 10' 21.528" W
1.2166	1	53	586663.69	2188347.91	19° 47' 20.522" N	98° 10' 21.488" W
1.2166	1	54	586664.13	2188346.98	19° 47' 20.491" N	98° 10' 21.473" W
1.2166	1	55	586666.8	2188336.04	19° 47' 20.135" N	98° 10' 21.383" W
1.2166	1	56	586667.71	2188332.01	19° 47' 20.004" N	98° 10' 21.353" W
1.2166	1	57	586668.11	2188330.22	19° 47' 19.945" N	98° 10' 21.339" W
1.2166	1	58	586672.94	2188326.66	19° 47' 19.829" N	98° 10' 21.174" W
1.2166	1	59	586679.25	2188318.63	19° 47' 19.567" N	98° 10' 20.958" W
1.2166	1	60	586678.92	2188308.38	19° 47' 19.233" N	98° 10' 20.972" W
1.2166	1	61	586681.36	2188302.25	19° 47' 19.033" N	98° 10' 20.889" W
1.2166	1	62	586685.12	2188301.6	19° 47' 19.012" N	98° 10' 20.760" W
1.2166	1	63	586688.1	2188298.67	19° 47' 18.916" N	98° 10' 20.658" W
1.2166	1	64	586688.77	2188298.07	19° 47' 18.896" N	98° 10' 20.635" W
1.2166	1	65	586687.29	2188296.76	19° 47' 18.854" N	98° 10' 20.686" W
1.2166	1	66	586687.04	2188296.21	19° 47' 18.836" N	98° 10' 20.694" W
1.2166	1	67	586684.88	2188294.57	19° 47' 18.783" N	98° 10' 20.769" W
1.2166	1	68	586687.6	2188291.93	19° 47' 18.697" N	98° 10' 20.676" W
1.2166	1	69	586690.09	2188290.01	19° 47' 18.634" N	98° 10' 20.591" W
1.2166	1	70	586692.5	2188288.83	19° 47' 18.595" N	98° 10' 20.508" W
1.2166	1	71	586694.68	2188290.17	19° 47' 18.638" N	98° 10' 20.433" W
1.2166	1	72	586697	2188290.41	19° 47' 18.646" N	98° 10' 20.353" W
1.2166	1	73	586698.6	2188293.73	19° 47' 18.753" N	98° 10' 20.298" W
1.2166	1	74	586698.84	2188299.58	19° 47' 18.944" N	98° 10' 20.289" W
1.2166	1	75	586696.37	2188305.59	19° 47' 19.140" N	98° 10' 20.372" W
1.2166	1	76	586690.52	2188301.11	19° 47' 18.995" N	98° 10' 20.574" W
1.2166	1	77	586689.42	2188301.41	19° 47' 19.005" N	98° 10' 20.612" W
1.2166	1	78	586685.44	2188304.24	19° 47' 19.097" N	98° 10' 20.748" W
1.2166	1	79	586681.97	2188307.59	19° 47' 19.207" N	98° 10' 20.867" W
1.2166	1	80	586681.53	2188311.86	19° 47' 19.346" N	98° 10' 20.881" W
1.2166	1	81	586681.61	2188318.63	19° 47' 19.566" N	98° 10' 20.878" W
1.2166	1	82	586677	2188327.12	19° 47' 19.843" N	98° 10' 21.034" W
1.2166	1	83	586669.76	2188332.47	19° 47' 20.018" N	98° 10' 21.282" W
1.2166	1	84	586668.66	2188338.24	19° 47' 20.206" N	98° 10' 21.319" W
1.2166	1	85	586667.69	2188346.29	19° 47' 20.468" N	98° 10' 21.351" W
1.2166	1	86	586667.16	2188349.56	19° 47' 20.575" N	98° 10' 21.369" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	87	586669.98	2188350.82	19° 47' 20.615" N	98° 10' 21.272" W
1.2166	1	88	586666.53	2188355.04	19° 47' 20.753" N	98° 10' 21.390" W
1.2166	1	89	586666.21	2188355.3	19° 47' 20.761" N	98° 10' 21.400" W
1.2166	1	90	586660.07	2188358.45	19° 47' 20.865" N	98° 10' 21.611" W
1.2166	1	91	586656.89	2188359.86	19° 47' 20.911" N	98° 10' 21.720" W
1.2166	1	92	586658.11	2188365.21	19° 47' 21.085" N	98° 10' 21.677" W
1.2166	1	93	586656.41	2188372.95	19° 47' 21.337" N	98° 10' 21.734" W
1.2166	1	94	586653.81	2188374.52	19° 47' 21.389" N	98° 10' 21.824" W
1.2166	1	95	586650.38	2188386.79	19° 47' 21.788" N	98° 10' 21.939" W
1.2166	1	96	586650.25	2188394.16	19° 47' 22.028" N	98° 10' 21.942" W
1.2166	1	97	586644.87	2188402.61	19° 47' 22.304" N	98° 10' 22.126" W
1.2166	1	98	586648.08	2188409.53	19° 47' 22.528" N	98° 10' 22.015" W
1.2166	1	99	586648.43	2188420.87	19° 47' 22.897" N	98° 10' 22.000" W
1.2166	1	100	586650.29	2188426.36	19° 47' 23.076" N	98° 10' 21.935" W
1.2166	1	101	586650.22	2188431.48	19° 47' 23.242" N	98° 10' 21.937" W
1.2166	1	102	586651.24	2188433.17	19° 47' 23.297" N	98° 10' 21.902" W
1.2166	1	103	586652.43	2188439.65	19° 47' 23.508" N	98° 10' 21.860" W
1.2166	1	104	586656.98	2188444.55	19° 47' 23.666" N	98° 10' 21.703" W
1.2166	1	105	586657.52	2188448.94	19° 47' 23.809" N	98° 10' 21.684" W
1.2166	1	106	586654.48	2188448.89	19° 47' 23.808" N	98° 10' 21.788" W
1.2166	1	107	586649.13	2188448.78	19° 47' 23.805" N	98° 10' 21.972" W
1.2166	1	108	586646.05	2188458.52	19° 47' 24.122" N	98° 10' 22.076" W
1.2166	1	109	586646.88	2188462.89	19° 47' 24.264" N	98° 10' 22.047" W
1.2166	1	110	586643.98	2188473.17	19° 47' 24.599" N	98° 10' 22.145" W
1.2166	1	111	586640.56	2188482.31	19° 47' 24.897" N	98° 10' 22.260" W
1.2166	1	112	586639.86	2188484.85	19° 47' 24.980" N	98° 10' 22.284" W
1.2166	1	113	586638.19	2188490.91	19° 47' 25.177" N	98° 10' 22.341" W
1.2166	1	114	586634.99	2188499.76	19° 47' 25.466" N	98° 10' 22.449" W
1.2166	1	115	586637.08	2188513.48	19° 47' 25.912" N	98° 10' 22.375" W
1.2166	1	116	586637.12	2188524.12	19° 47' 26.258" N	98° 10' 22.372" W
1.2166	1	117	586632.88	2188541.43	19° 47' 26.821" N	98° 10' 22.515" W
1.2166	1	118	586637.32	2188546.85	19° 47' 26.997" N	98° 10' 22.361" W
1.2166	1	119	586637.42	2188547.56	19° 47' 27.020" N	98° 10' 22.358" W
1.2166	1	120	586643.06	2188548.03	19° 47' 27.034" N	98° 10' 22.164" W
1.2166	1	121	586649.18	2188543.03	19° 47' 26.871" N	98° 10' 21.954" W
1.2166	1	122	586651.32	2188539.27	19° 47' 26.748" N	98° 10' 21.881" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
1.2166	1	123	586659.88	2188523.41	19° 47' 26.231" N	98° 10' 21.590" W
1.2166	1	124	586666.96	2188516.97	19° 47' 26.020" N	98° 10' 21.348" W
1.2166	1	125	586669.22	2188510.18	19° 47' 25.799" N	98° 10' 21.271" W
1.2166	1	126	586680.63	2188496.59	19° 47' 25.355" N	98° 10' 20.881" W
1.2166	1	127	586685.94	2188488.08	19° 47' 25.078" N	98° 10' 20.700" W
1.2166	1	128	586687.48	2188485.62	19° 47' 24.997" N	98° 10' 20.648" W
1.2166	1	129	586687.76	2188485.16	19° 47' 24.982" N	98° 10' 20.638" W
1.2166	1	130	586689.1	2188483.02	19° 47' 24.913" N	98° 10' 20.592" W
1.2166	1	131	586690.5	2188480.95	19° 47' 24.845" N	98° 10' 20.545" W
1.2166	1	132	586690.61	2188480.76	19° 47' 24.839" N	98° 10' 20.541" W
1.2166	1	133	586690.72	2188480.62	19° 47' 24.834" N	98° 10' 20.537" W
1.2166	1	134	586692.51	2188478.31	19° 47' 24.759" N	98° 10' 20.476" W
1.2166	1	135	586692.68	2188478.08	19° 47' 24.751" N	98° 10' 20.470" W
1.2166	1	136	586693.04	2188477.61	19° 47' 24.736" N	98° 10' 20.458" W
1.2166	1	137	586704.52	2188463.9	19° 47' 24.288" N	98° 10' 20.066" W
1.2166	1	138	586703.81	2188460.38	19° 47' 24.174" N	98° 10' 20.091" W
1.2166	1	139	586702.46	2188453.69	19° 47' 23.956" N	98° 10' 20.138" W
1.2166	1	140	586702.28	2188446.54	19° 47' 23.724" N	98° 10' 20.145" W
1.2166	1	141	586704.79	2188421.69	19° 47' 22.915" N	98° 10' 20.063" W
1.2166	1	142	586707.75	2188414.46	19° 47' 22.679" N	98° 10' 19.963" W
1.2166	1	143	586720.09	2188407.75	19° 47' 22.459" N	98° 10' 19.540" W
0.6349	2	1	586690.87	2188520.8	19° 47' 26.141" N	98° 10' 20.525" W
0.6349	2	2	586689.33	2188516.29	19° 47' 25.995" N	98° 10' 20.579" W
0.6349	2	3	586693.03	2188510.48	19° 47' 25.805" N	98° 10' 20.453" W
0.6349	2	4	586692.4	2188497.5	19° 47' 25.383" N	98° 10' 20.476" W
0.6349	2	5	586699.37	2188486.02	19° 47' 25.009" N	98° 10' 20.239" W
0.6349	2	6	586706.76	2188474.99	19° 47' 24.648" N	98° 10' 19.987" W
0.6349	2	7	586704.72	2188476.38	19° 47' 24.694" N	98° 10' 20.057" W
0.6349	2	8	586701.29	2188478.74	19° 47' 24.771" N	98° 10' 20.174" W
0.6349	2	9	586700.17	2188479.66	19° 47' 24.801" N	98° 10' 20.213" W
0.6349	2	10	586693.98	2188484.73	19° 47' 24.967" N	98° 10' 20.424" W
0.6349	2	11	586693.36	2188485.23	19° 47' 24.984" N	98° 10' 20.445" W
0.6349	2	12	586692.37	2188486.62	19° 47' 25.029" N	98° 10' 20.479" W
0.6349	2	13	586688.23	2188492.43	19° 47' 25.219" N	98° 10' 20.621" W
0.6349	2	14	586688.02	2188492.72	19° 47' 25.228" N	98° 10' 20.628" W
0.6349	2	15	586685.98	2188495.58	19° 47' 25.322" N	98° 10' 20.697" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.6349	2	16	586683.84	2188498.57	19° 47' 25.419" N	98° 10' 20.770" W
0.6349	2	17	586672.59	2188514.83	19° 47' 25.950" N	98° 10' 21.154" W
0.6349	2	18	586670.02	2188519.67	19° 47' 26.108" N	98° 10' 21.242" W
0.6349	2	19	586664.67	2188526.12	19° 47' 26.318" N	98° 10' 21.425" W
0.6349	2	20	586663.48	2188527.91	19° 47' 26.377" N	98° 10' 21.465" W
0.6349	2	21	586663.12	2188528.44	19° 47' 26.394" N	98° 10' 21.477" W
0.6349	2	22	586653.47	2188542.89	19° 47' 26.866" N	98° 10' 21.807" W
0.6349	2	23	586651.46	2188547.41	19° 47' 27.013" N	98° 10' 21.875" W
0.6349	2	24	586649.8	2188553.05	19° 47' 27.197" N	98° 10' 21.931" W
0.6349	2	25	586649.64	2188553.6	19° 47' 27.215" N	98° 10' 21.937" W
0.6349	2	26	586638.02	2188561.45	19° 47' 27.472" N	98° 10' 22.335" W
0.6349	2	27	586630.57	2188561.04	19° 47' 27.460" N	98° 10' 22.591" W
0.6349	2	28	586627.52	2188555.73	19° 47' 27.287" N	98° 10' 22.696" W
0.6349	2	29	586627.77	2188553.05	19° 47' 27.200" N	98° 10' 22.688" W
0.6349	2	30	586628.11	2188549.55	19° 47' 27.086" N	98° 10' 22.677" W
0.6349	2	31	586628.16	2188541.62	19° 47' 26.828" N	98° 10' 22.677" W
0.6349	2	32	586630.35	2188528.44	19° 47' 26.399" N	98° 10' 22.604" W
0.6349	2	33	586630.44	2188527.91	19° 47' 26.382" N	98° 10' 22.601" W
0.6349	2	34	586630.78	2188525.84	19° 47' 26.315" N	98° 10' 22.589" W
0.6349	2	35	586631.93	2188512.27	19° 47' 25.873" N	98° 10' 22.552" W
0.6349	2	36	586629.83	2188498.6	19° 47' 25.429" N	98° 10' 22.626" W
0.6349	2	37	586631.82	2188492.72	19° 47' 25.237" N	98° 10' 22.559" W
0.6349	2	38	586632.78	2188489.86	19° 47' 25.144" N	98° 10' 22.527" W
0.6349	2	39	586634.12	2188479.63	19° 47' 24.811" N	98° 10' 22.482" W
0.6349	2	40	586636.94	2188472.77	19° 47' 24.587" N	98° 10' 22.387" W
0.6349	2	41	586641.08	2188460.2	19° 47' 24.178" N	98° 10' 22.247" W
0.6349	2	42	586641.66	2188453.49	19° 47' 23.959" N	98° 10' 22.228" W
0.6349	2	43	586641.15	2188449.07	19° 47' 23.816" N	98° 10' 22.246" W
0.6349	2	44	586640.97	2188447.57	19° 47' 23.767" N	98° 10' 22.252" W
0.6349	2	45	586643.8	2188442.63	19° 47' 23.606" N	98° 10' 22.156" W
0.6349	2	46	586643.47	2188439.56	19° 47' 23.506" N	98° 10' 22.168" W
0.6349	2	47	586645.4	2188438.44	19° 47' 23.469" N	98° 10' 22.102" W
0.6349	2	48	586645.81	2188431.83	19° 47' 23.254" N	98° 10' 22.089" W
0.6349	2	49	586645.52	2188429.43	19° 47' 23.176" N	98° 10' 22.099" W
0.6349	2	50	586645.44	2188427.36	19° 47' 23.109" N	98° 10' 22.102" W
0.6349	2	51	586644.9	2188420.8	19° 47' 22.895" N	98° 10' 22.122" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.6349	2	52	586642.91	2188406.24	19° 47' 22.422" N	98° 10' 22.193" W
0.6349	2	53	586639.19	2188398.4	19° 47' 22.168" N	98° 10' 22.322" W
0.6349	2	54	586643.55	2188393.23	19° 47' 21.999" N	98° 10' 22.173" W
0.6349	2	55	586647.21	2188385.96	19° 47' 21.762" N	98° 10' 22.048" W
0.6349	2	56	586647.05	2188380.81	19° 47' 21.594" N	98° 10' 22.054" W
0.6349	2	57	586646.94	2188376.86	19° 47' 21.466" N	98° 10' 22.059" W
0.6349	2	58	586652.69	2188370.03	19° 47' 21.243" N	98° 10' 21.863" W
0.6349	2	59	586653.16	2188367.95	19° 47' 21.175" N	98° 10' 21.847" W
0.6349	2	60	586654.21	2188361.37	19° 47' 20.961" N	98° 10' 21.812" W
0.6349	2	61	586653.23	2188357.86	19° 47' 20.847" N	98° 10' 21.846" W
0.6349	2	62	586653.21	2188356.29	19° 47' 20.796" N	98° 10' 21.847" W
0.6349	2	63	586633.78	2188395.18	19° 47' 22.064" N	98° 10' 22.508" W
0.6349	2	64	586627.83	2188431.75	19° 47' 23.254" N	98° 10' 22.706" W
0.6349	2	65	586592.67	2188533.56	19° 47' 26.572" N	98° 10' 23.898" W
0.6349	2	66	586621.4	2188564.8	19° 47' 27.583" N	98° 10' 22.905" W
0.6349	2	67	586649.16	2188582.56	19° 47' 28.157" N	98° 10' 21.948" W
0.6349	2	68	586661.59	2188590.27	19° 47' 28.406" N	98° 10' 21.520" W
0.6349	2	69	586690.87	2188520.8	19° 47' 26.141" N	98° 10' 20.525" W
0.1469	3	1	586750.66	2188311.82	19° 47' 19.334" N	98° 10' 18.506" W
0.1469	3	2	586716.4	2188293.9	19° 47' 18.756" N	98° 10' 19.686" W
0.1469	3	3	586717.84	2188299.2	19° 47' 18.928" N	98° 10' 19.636" W
0.1469	3	4	586721.15	2188308.77	19° 47' 19.239" N	98° 10' 19.520" W
0.1469	3	5	586721.25	2188309.07	19° 47' 19.249" N	98° 10' 19.517" W
0.1469	3	6	586722.12	2188309.57	19° 47' 19.265" N	98° 10' 19.487" W
0.1469	3	7	586723.7	2188310.14	19° 47' 19.283" N	98° 10' 19.432" W
0.1469	3	8	586727.76	2188311.31	19° 47' 19.321" N	98° 10' 19.292" W
0.1469	3	9	586727.89	2188311.32	19° 47' 19.321" N	98° 10' 19.288" W
0.1469	3	10	586728.02	2188311.33	19° 47' 19.321" N	98° 10' 19.284" W
0.1469	3	11	586729.06	2188311.44	19° 47' 19.325" N	98° 10' 19.248" W
0.1469	3	12	586735.63	2188314.31	19° 47' 19.417" N	98° 10' 19.022" W
0.1469	3	13	586742.58	2188320.83	19° 47' 19.628" N	98° 10' 18.782" W
0.1469	3	14	586736.18	2188324.14	19° 47' 19.737" N	98° 10' 19.001" W
0.1469	3	15	586732.01	2188331.87	19° 47' 19.989" N	98° 10' 19.143" W
0.1469	3	16	586725.31	2188340.28	19° 47' 20.264" N	98° 10' 19.372" W
0.1469	3	17	586722.01	2188346.02	19° 47' 20.451" N	98° 10' 19.484" W
0.1469	3	18	586716.42	2188349.29	19° 47' 20.558" N	98° 10' 19.676" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.1469	3	19	586716.51	2188357.61	19° 47' 20.828" N	98° 10' 19.671" W
0.1469	3	20	586714.65	2188359.88	19° 47' 20.903" N	98° 10' 19.735" W
0.1469	3	21	586709.56	2188367.65	19° 47' 21.156" N	98° 10' 19.909" W
0.1469	3	22	586709.41	2188369.08	19° 47' 21.203" N	98° 10' 19.913" W
0.1469	3	23	586710.46	2188372.38	19° 47' 21.310" N	98° 10' 19.877" W
0.1469	3	24	586709.24	2188372.79	19° 47' 21.324" N	98° 10' 19.919" W
0.1469	3	25	586709.34	2188375.37	19° 47' 21.407" N	98° 10' 19.915" W
0.1469	3	26	586708.82	2188378.12	19° 47' 21.497" N	98° 10' 19.932" W
0.1469	3	27	586713.22	2188379.77	19° 47' 21.550" N	98° 10' 19.781" W
0.1469	3	28	586718.04	2188377.59	19° 47' 21.478" N	98° 10' 19.616" W
0.1469	3	29	586723.76	2188382.2	19° 47' 21.627" N	98° 10' 19.418" W
0.1469	3	30	586723.39	2188383.26	19° 47' 21.662" N	98° 10' 19.431" W
0.1469	3	31	586725.23	2188386.04	19° 47' 21.752" N	98° 10' 19.367" W
0.1469	3	32	586729.95	2188373.08	19° 47' 21.330" N	98° 10' 19.207" W
0.1469	3	33	586730.1	2188372.67	19° 47' 21.316" N	98° 10' 19.202" W
0.1469	3	34	586730.37	2188372.07	19° 47' 21.297" N	98° 10' 19.193" W
0.1469	3	35	586730.46	2188371.91	19° 47' 21.291" N	98° 10' 19.190" W
0.1469	3	36	586732.65	2188367.65	19° 47' 21.153" N	98° 10' 19.115" W
0.1469	3	37	586736.76	2188357.56	19° 47' 20.824" N	98° 10' 18.976" W
0.1469	3	38	586736.78	2188357.5	19° 47' 20.822" N	98° 10' 18.975" W
0.1469	3	39	586737.05	2188356.91	19° 47' 20.802" N	98° 10' 18.966" W
0.1469	3	40	586737.36	2188356.33	19° 47' 20.784" N	98° 10' 18.955" W
0.1469	3	41	586737.42	2188356.22	19° 47' 20.780" N	98° 10' 18.953" W
0.1469	3	42	586743.07	2188346.73	19° 47' 20.470" N	98° 10' 18.761" W
0.1469	3	43	586744.48	2188341.97	19° 47' 20.315" N	98° 10' 18.713" W
0.1469	3	44	586744.6	2188341.6	19° 47' 20.303" N	98° 10' 18.709" W
0.1469	3	45	586744.77	2188341.12	19° 47' 20.288" N	98° 10' 18.703" W
0.1469	3	46	586746.26	2188326.25	19° 47' 19.804" N	98° 10' 18.654" W
0.1469	3	47	586746.29	2188325.94	19° 47' 19.794" N	98° 10' 18.653" W
0.1469	3	48	586746.4	2188325.29	19° 47' 19.773" N	98° 10' 18.650" W
0.1469	3	49	586746.55	2188324.66	19° 47' 19.752" N	98° 10' 18.645" W
0.1469	3	50	586746.68	2188324.19	19° 47' 19.737" N	98° 10' 18.640" W
0.1469	3	51	586750.66	2188311.82	19° 47' 19.334" N	98° 10' 18.506" W
0.0109	4	1	586730.12	2188403.76	19° 47' 22.328" N	98° 10' 19.196" W
0.0109	4	2	586728.79	2188403.27	19° 47' 22.312" N	98° 10' 19.242" W
0.0109	4	3	586727.36	2188402.48	19° 47' 22.287" N	98° 10' 19.291" W

SUPERFICIE (HA)	POLÍGONO	NO	X	Y	N	W
0.0109	4	4	586726.09	2188401.46	19° 47' 22.254" N	98° 10' 19.335" W
0.0109	4	5	586725.19	2188400.51	19° 47' 22.223" N	98° 10' 19.366" W
0.0109	4	6	586724.43	2188399.45	19° 47' 22.188" N	98° 10' 19.392" W
0.0109	4	7	586723.68	2188398	19° 47' 22.141" N	98° 10' 19.418" W
0.0109	4	8	586723.11	2188396.12	19° 47' 22.080" N	98° 10' 19.438" W
0.0109	4	9	586722.93	2188394.59	19° 47' 22.030" N	98° 10' 19.445" W
0.0109	4	10	586720.43	2188395.52	19° 47' 22.061" N	98° 10' 19.530" W
0.0109	4	11	586714.44	2188396.27	19° 47' 22.086" N	98° 10' 19.736" W
0.0109	4	12	586715.95	2188400.03	19° 47' 22.209" N	98° 10' 19.684" W
0.0109	4	13	586716.75	2188404.58	19° 47' 22.356" N	98° 10' 19.655" W
0.0109	4	14	586721.6	2188406.93	19° 47' 22.432" N	98° 10' 19.488" W
0.0109	4	15	586721.76	2188406.85	19° 47' 22.429" N	98° 10' 19.483" W
0.0109	4	16	586729.56	2188405.85	19° 47' 22.396" N	98° 10' 19.215" W
0.0109	4	17	586730.12	2188403.76	19° 47' 22.328" N	98° 10' 19.196" W

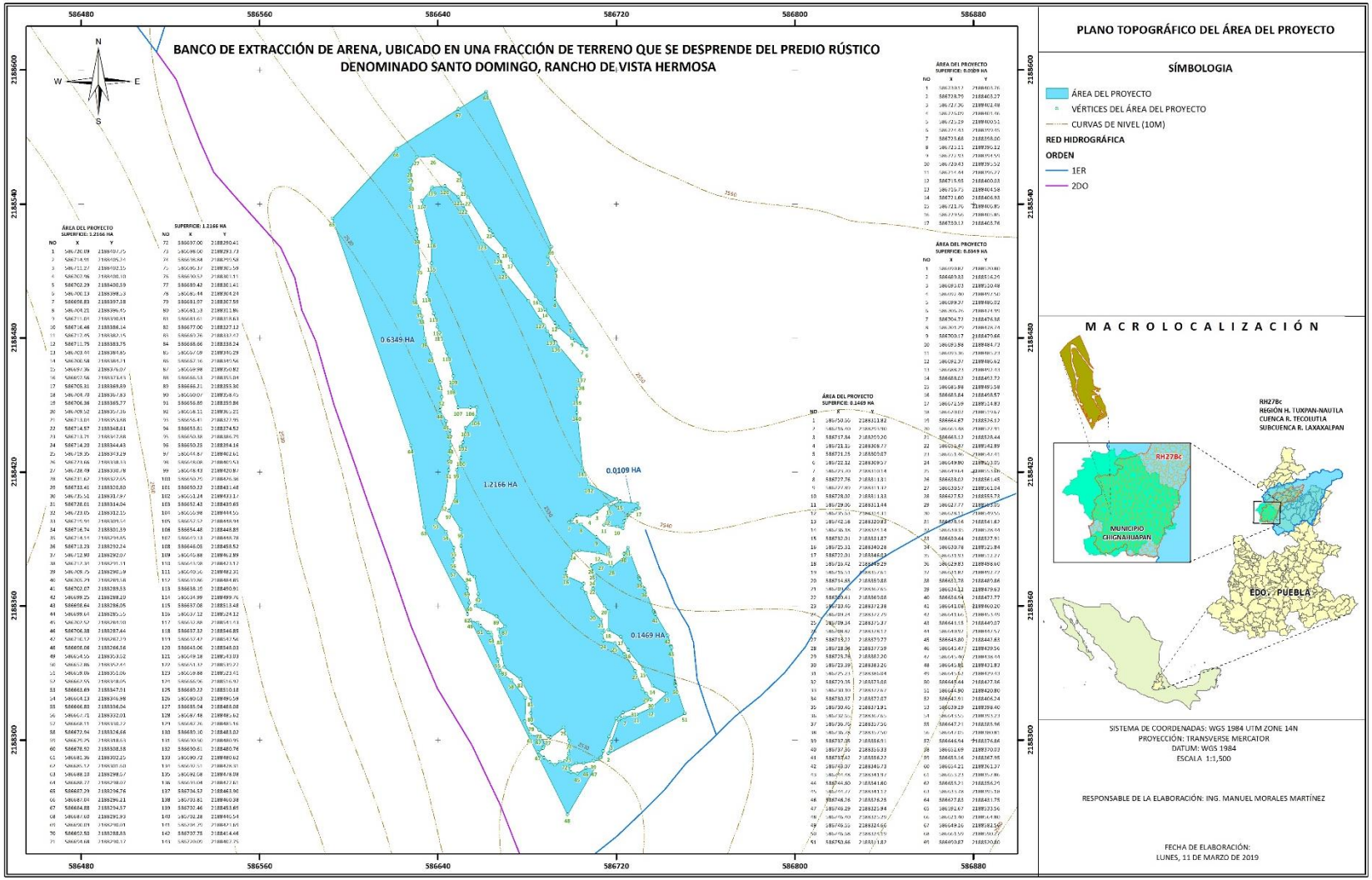


Figura II.3. Ubicación y vértices del área del proyecto con coordenadas UTM WGS 84.

a) Superficie total del predio (m^2)

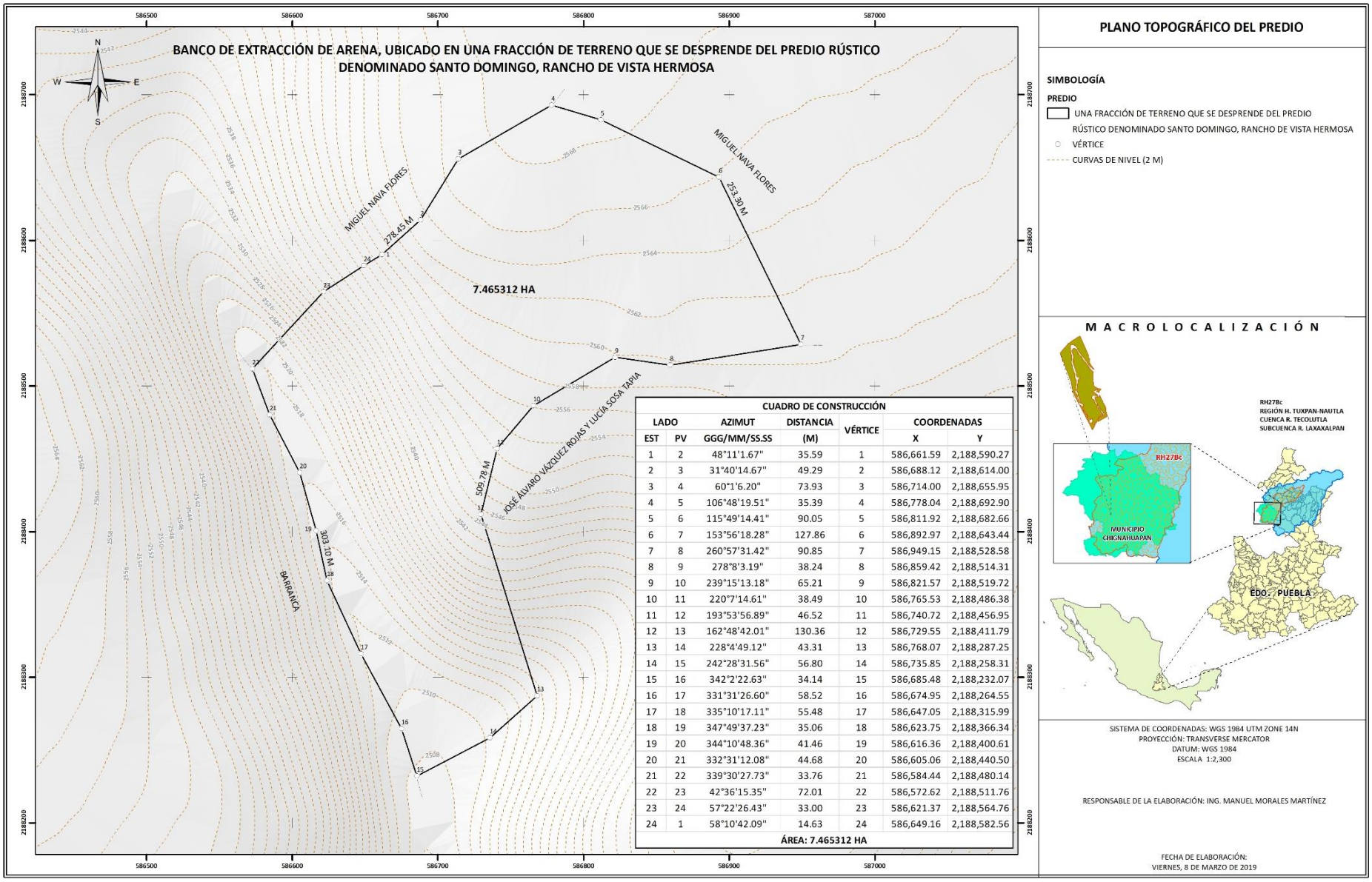
La superficie total del predio es de **7.465312 ha,** delimitado por las coordenadas del cuadro II.2. y como se muestra en la figura II.3., sus características bióticas y abióticas se presentan a continuación.

Cuadro II.2. Condiciones abióticas y bióticas del predio.

Factor ambiental	Predio	Características
Superficie (hectáreas)	7.465312	Cubierta por bosque de encino, otros usos, etc.
Tipo de clima	C(w1)(w)	C(w1) (w): Templado subhúmedo.
Viento	Velocidad del viento: Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	
Fisiografía	Forma parte de la provincia Eje Neovolcánico, subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	
Geología	Ts (Igea)	Ts (Igea). Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva ácida
Edafología	Be+Rd/2	Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura media.
Hidrografía	RH27B- Tuxpan Nautla, Cuenca Rio Tecolutla	
Tipos de vegetación	Bosque de encino	Algunas de las especies arbóreas encontradas en el área de predio son: *Quercus dysophylla, Buddleja cordata Baccharis conferta, Panicum hallii Mammillaria discolor, etc…*

Cuadro II.3. Coordenadas del predio.

SUPERFICIE (HA)	PREDIO	No	X	Y	No	X	Y
7.465312	UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA	1	586661.59	2188590.27	13	586768.07	2188287.25
		2	586688.12	2188614.00	14	586735.85	2188258.31
		3	586714.00	2188655.95	15	586685.48	2188232.07
		4	586778.04	2188692.90	16	586674.95	2188264.55
		5	586811.92	2188682.66	17	586647.05	2188315.99
		6	586892.97	2188643.44	18	586623.75	2188366.34
		7	586949.15	2188528.58	19	586616.36	2188400.61
		8	586859.42	2188514.31	20	586605.06	2188440.50
		9	586821.57	2188519.72	21	586584.44	2188480.14
		10	586765.53	2188486.38	22	586572.62	2188511.76
		11	586740.72	2188456.95	23	586621.37	2188564.76
		12	586729.55	2188411.79	24	586649.16	2188582.56



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

LADO		AZIMUT	DISTANCIA	VÉRTICE	COORDENADAS	
EST	PV	GGG/MM/SS.SS	(M)		X	Y
1	2	48°11'1.67"	35.59	1	586,661.59	2,188,590.27
2	3	31°40'14.67"	49.29	2	586,688.12	2,188,614.00
3	4	60°1'6.20"	73.93	3	586,714.00	2,188,655.95
4	5	106°48'19.51"	35.39	4	586,778.04	2,188,692.90
5	6	115°49'14.41"	90.05	5	586,811.92	2,188,682.66
6	7	153°56'18.28"	127.86	6	586,892.97	2,188,643.44
7	8	260°57'31.42"	90.85	7	586,949.15	2,188,528.58
8	9	278°8'3.19"	38.24	8	586,859.42	2,188,514.31
9	10	239°15'13.18"	65.21	9	586,821.57	2,188,519.72
10	11	220°7'14.61"	38.49	10	586,765.53	2,188,486.38
11	12	193°53'56.89"	46.52	11	586,740.72	2,188,456.95
12	13	162°48'42.01"	130.36	12	586,729.55	2,188,411.79
13	14	228°4'49.12"	43.31	13	586,768.07	2,188,287.25
14	15	242°28'31.56"	56.80	14	586,735.85	2,188,258.31
15	16	342°2'22.63"	34.14	15	586,685.48	2,188,232.07
16	17	331°31'26.60"	58.52	16	586,674.95	2,188,264.55
17	18	335°10'17.11"	55.48	17	586,647.05	2,188,315.99
18	19	347°49'37.23"	35.06	18	586,623.75	2,188,366.34
19	20	344°10'48.36"	41.46	19	586,616.36	2,188,400.61
20	21	332°31'12.08"	44.68	20	586,605.06	2,188,440.50
21	22	339°30'27.73"	33.76	21	586,584.44	2,188,480.14
22	23	42°36'15.35"	72.01	22	586,572.62	2,188,511.76
23	24	57°22'26.43"	33.00	23	586,621.37	2,188,564.76
24	1	58°10'42.09"	14.63	24	586,649.16	2,188,582.56
ÁREA: 7.465312 HA						

Figura II.4. Plano topográfico del predio.

La clasificación actual del predio en su mayoría es bosque de encino con un 41.552 % de la superficie total, de la misma forma un uso agrícola con un 51.585 % (cuadro siguiente) y posterior a ello se presentan las condiciones del uso actual que se encontraron dentro del predio y unas imágenes que lo representan.

Cuadro II.4. Clasificación actual del predio.

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (m^2)	%
CAMINO	0.3631	3,631	4.864
OTROS USOS	0.0743	743	0.995
AGRÍCOLA	3.8510	38,510	51.585
BOSQUE DE ENCINO	3.1020	31,020	41.552
ASENTAMIENTO HUMANO	0.0749	749	1.003
TOTAL	**7.4653**	**74,653**	**100**

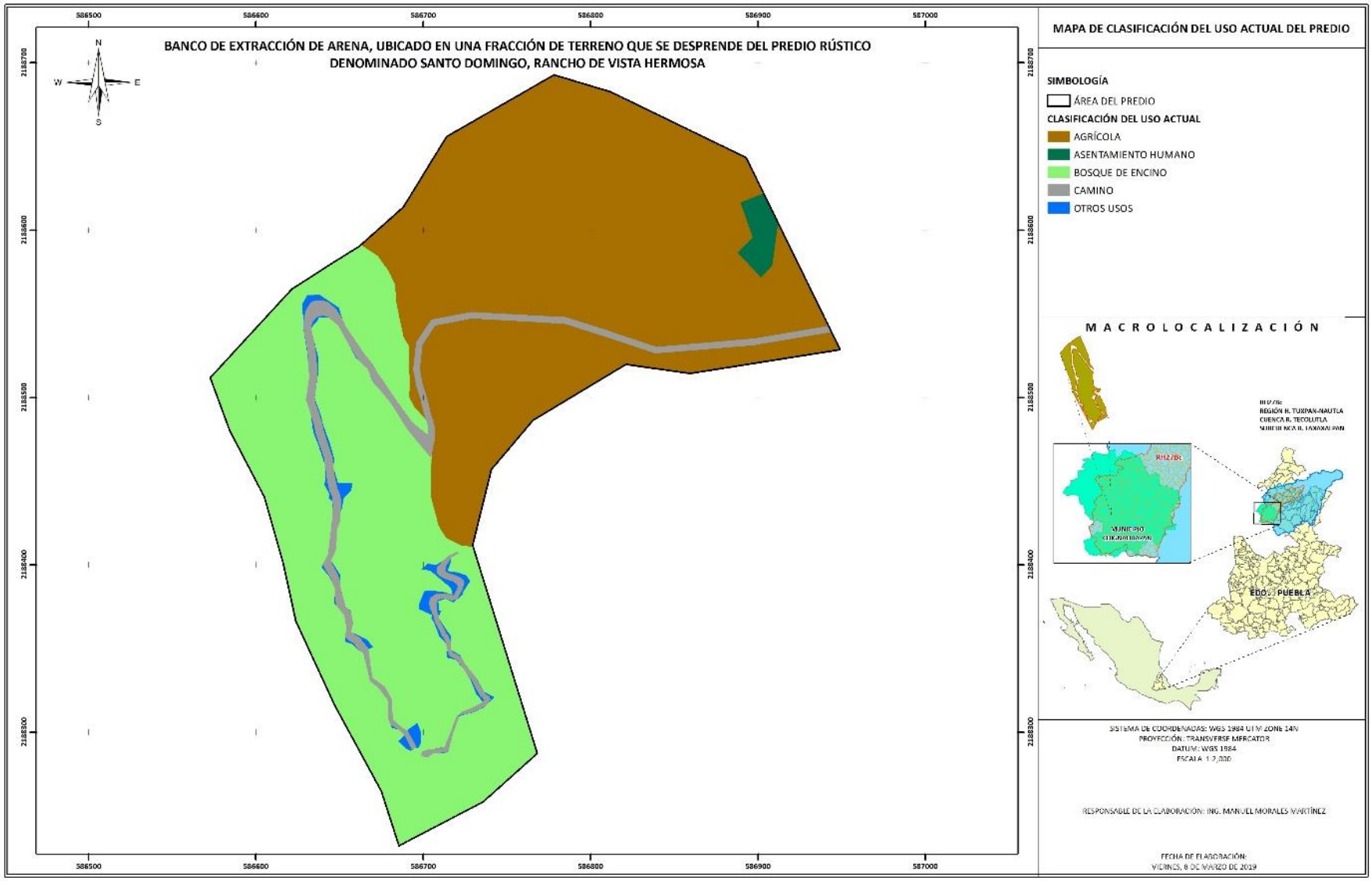


Figura II.5. Mapa de clasificación actual del predio.

Agrícola. – en el predio existe un área que favorece el desarrollo y crecimiento de cultivos, la superficie agrícola corresponde a 3.8510 ha, mediante recorridos de campo se observó que el área se utiliza para sembrar maíz y avena.



Imagen II.1. Situación del área agrícola.



Imagen II.2. Situación del área agrícola.

Asentamiento humano. – Dentro del predio existe una superficie mínima que se caracterizó como asentamientos humanos que corresponde apenas al 1.003% de la superficie total del predio, en la cual se encuentra establecida una construcción con características de material de block y techos de láminas de fierro, además de tener un lugar para resguardo de vehículos.

Esta construcción servirá como almacén temporal en la ejecución del proyecto, como área para resguardo de herramienta e insumos que pudieran necesitarse.



Imagen II.3. Ubicación de asentamientos humanos.

Bosque de encino. – Mediante la visita de campo al predio se determinó que 3.1020 ha corresponden a bosque de encino, en las cuales se encontraron especies de porte arbóreo, arbustivo y herbáceo, los de porte arbóreo son: *arbutus xalapensis, buddleja cordata, juniperus deppeana, nolina longifolia, pinus rudis, quercus crassipes y quercus dysophylla*; estrato arbustivo: *baccharis conferta* y del estrato herbáceo: *agave salmiana, asplenium monanthes, eragrostis intermedia, helianthemum glomeratum, mammillaria discolor, muhlenbergia macroura opuntia robusta, panicum hallii, tillandsia macdougallii, tillandsia recurvata,* mismas que son características de este tipo de vegetación y se presentan a continuación imágenes de algunas de ellas.

Imagen II.4. Flora que se puede observar en vegetación de bosque de encino



Imagen II.5. Vista de la vegetación de bosque de encino presente en el predio.

Camino. – El camino que existe en el predio tiene un ancho de 4 metros y una longitud de 312.88 m que está hecho con el material propio de superficie que atraviesa y que cubre con la necesidad de acceso y desplazamiento dentro del predio, este camino conecta el predio con el proyecto en estudio y tendrá mantenimiento con el fin de impactar lo menos posible.

Las coordenadas del eje central de este camino y el mapa de ubicación se presentan a continuación.

Cuadro II.5. Coordenadas del camino dentro del predio.

LONGITUD (M)	NO.	X	Y	LONGITUD	LATITUD
312.88	1	586705.28	2188477.2	98° 10' 20.037" W	19° 47' 24.721" N
312.88	2	586705.02	2188482.64	98° 10' 20.045" W	19° 47' 24.898" N
312.88	3	586702.56	2188490.18	98° 10' 20.129" W	19° 47' 25.143" N
312.88	4	586700.17	2188498.83	98° 10' 20.209" W	19° 47' 25.425" N
312.88	5	586695.81	2188516.54	98° 10' 20.356" W	19° 47' 26.002" N
312.88	6	586697.55	2188532.33	98° 10' 20.294" W	19° 47' 26.515" N
312.88	7	586705.89	2188544.87	98° 10' 20.005" W	19° 47' 26.922" N
312.88	8	586729.15	2188549.16	98° 10' 19.205" W	19° 47' 27.058" N
312.88	9	586784.79	2188546.14	98° 10' 17.293" W	19° 47' 26.951" N
312.88	10	586838.84	2188528.44	98° 10' 15.439" W	19° 47' 26.366" N
312.88	11	586898.77	2188533.2	98° 10' 13.378" W	19° 47' 26.512" N
312.88	12	586943.06	2188541.02	98° 10' 11.855" W	19° 47' 26.759" N



Imagen II.6. Condición de camino.



Imagen II.7. Condición de camino.

Otros usos. – Área desprovista de vegetación que fue destinada para pruebas de extracción de arena, esto con la finalidad de elegir las mejores características.



Imagen II.8. Áreas de pruebas de extracción.

b) Superficie a afectar (m²)

Es importante mencionar que de los 74,653.12 m² que conforman el predio, únicamente 20,093 m² se someten **a evaluación en materia de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo**, ya que de acuerdo con los tipos de vegetación que se presentan se clasifican como áreas forestales, cuya remoción de la vegetación implica la generación de impactos ambientales en algunos de los factores del medio 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.**

A continuación, se presenta el porcentaje total a afectar dentro del predio respecto a la superficie del área del proyecto.

Cuadro II.6. Superficie a afectar.

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (m²)	%
CAMINO	0.3631	3,631	4.864
OTROS USOS	0.0743	743	0.995
AGRÍCOLA	3.8510	38,510	51.585
BOSQUE DE ENCINO	3.1020	31,020	41.552
ASENTAMIENTO HUMANO	0.0749	749	1.003

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (m^2)	%
TOTAL	7.4653	74,653	100

De la superficie para bosque de encino (3.1020 hectáreas) que se muestra en el cuadro anterior se desprende la correspondiente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (2.0093 ha).

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, en el área del proyecto el tipo de vegetación que predomina pastizal cultivado (figura II.6.), pero de acuerdo a los muestreos realizados en campo el tipo de vegetación es **bosque de encino** (figura II.7.)

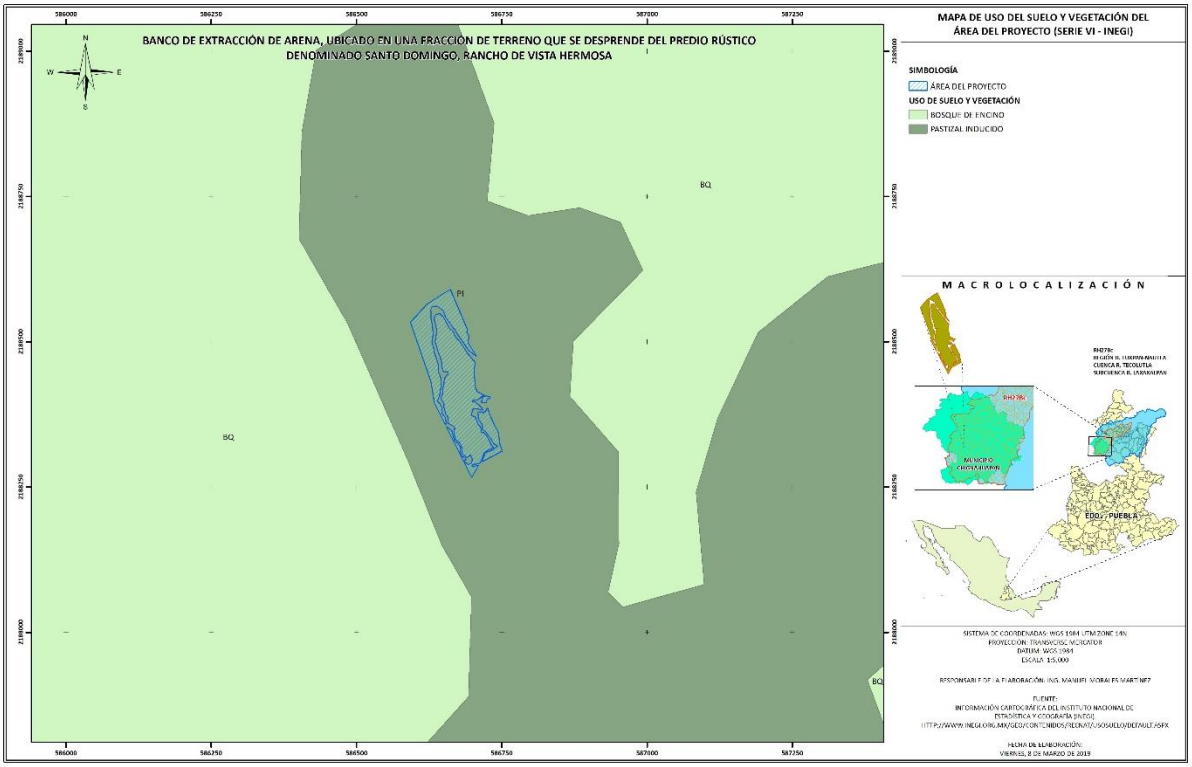


Figura II.6. Mapa de vegetación y uso de suelo- INEGI.

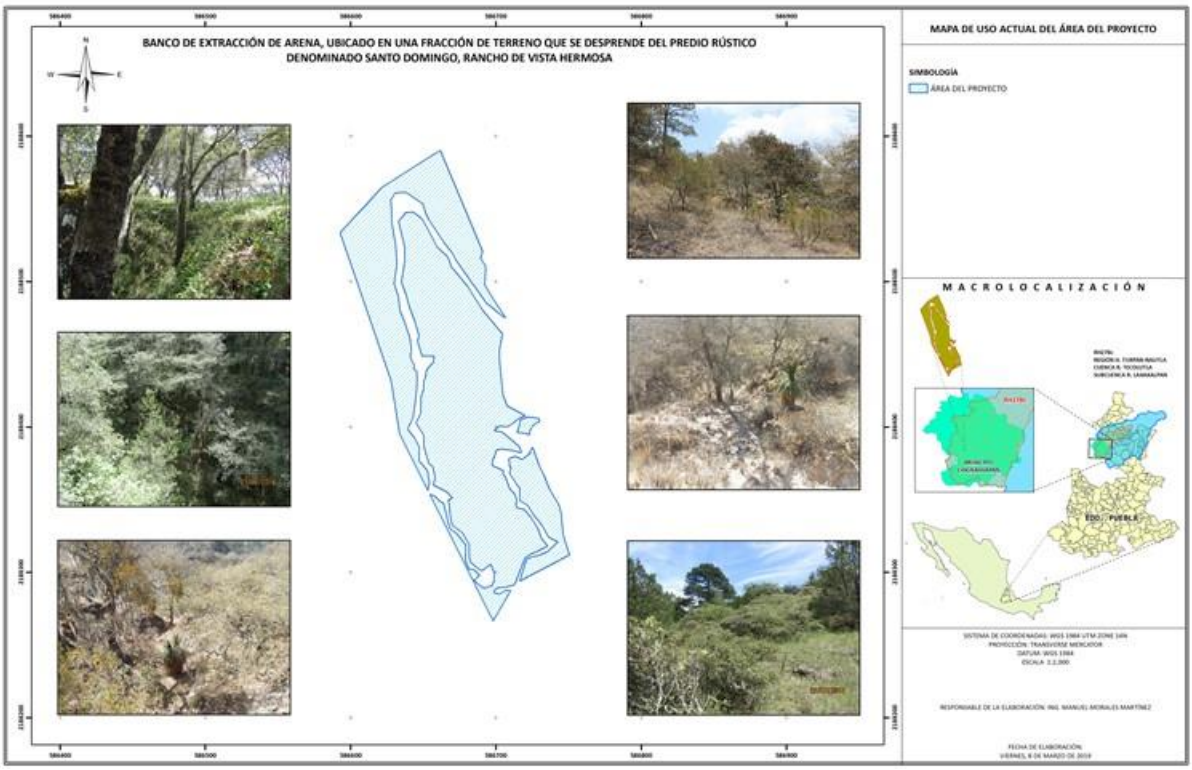


Figura II.7. Mapa de vegetación y uso de suelo- recorridos de campo.

Retomando lo descrito en el párrafo anterior la clasificación de superficies del proyecto es la siguiente:

Cuadro II.7. Clasificación de superficie del área del proyecto.

Clasificación	Superficie (Ha)	Superficie %
Bosque de encino	2.0093	100

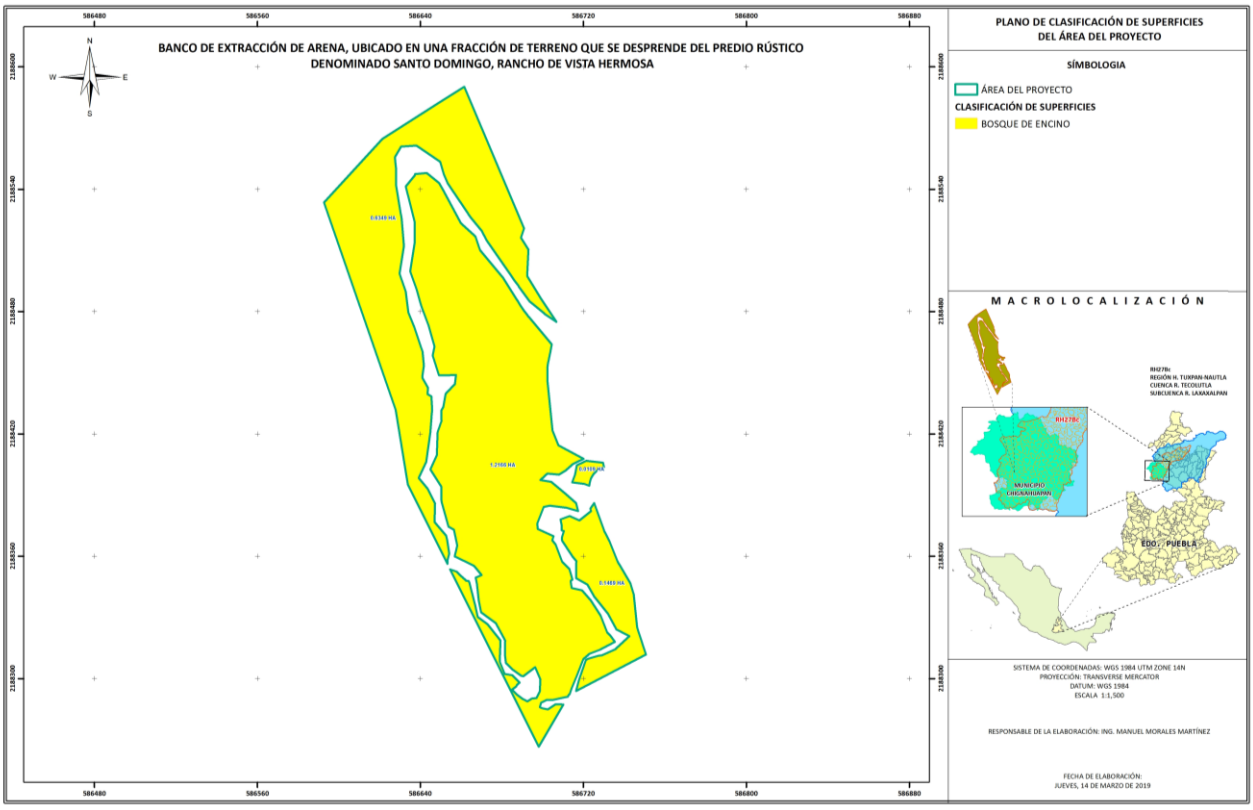


Figura II.8. Mapa de clasificación de superficies del proyecto.

A continuación, se presenta la caracterización del área del proyecto y de sus colindantes.

Caracterización del área del proyecto

El área del proyecto presenta las siguientes características bióticas y abióticas

Cuadro II.8. 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	2.0093	C(w1)(w)	Velocidad del viento:	Forma parte de la	Ts (Igea)	Be+Rd/2	RH27B-Tuxpan	Bosque de encino

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	Superficie (hectáreas)	**Tipo de clima**	**Viento**	**Fisiografía**	**Geología**	**Edafología**	**Hidrografía**	**Tipos de vegetación**
	Superficie total del área de cambio de uso de suelo.	C(w1) (w): Templado subhúmedo.	Zona A, clase bajo, velocidad de 100 a 130 km/hr.	provincia Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.	Ts (Igea). Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva ácida	Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura media.	Nautla, Cuenca Rio Tecolutla	Algunas de las especies arbóreas encontradas en el área del proyecto son: Arbutus xalapensis, *Quercus dysophylla, Buddleja cordata Baccharis conferta, Panicum hallii y Mammillaria discolor, etc…*

La descripción del medio abiótico y biótico se realizó conforme al conjunto de información cartográfica en formato SHP, obtenida del portal de INEGI y datos vectoriales escala 1:250 000 serie VI (Capa Unión) y a la Síntesis de Información Geográfica Estatal de Puebla, la informa más detallada la encontramos en el capítulo IV de la presente MIA.

Caracterización de colindantes al área del proyecto

Cuadro II.9. Condiciones abióticas y bióticas de las áreas colindantes al proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS					
	Tipo de clima	**Viento**	**Fisiografía**	**Geología**	**Edafología**	**Hidrografía**
Plantación Zona agrícola Zona de barrancas Zona forestal	C(w1)(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.	Ts (Igea) Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva ácida	Be+Rd/2 Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura media.	RH27B- Tuxpan Nautla, Cuenca Rio Tecolutla

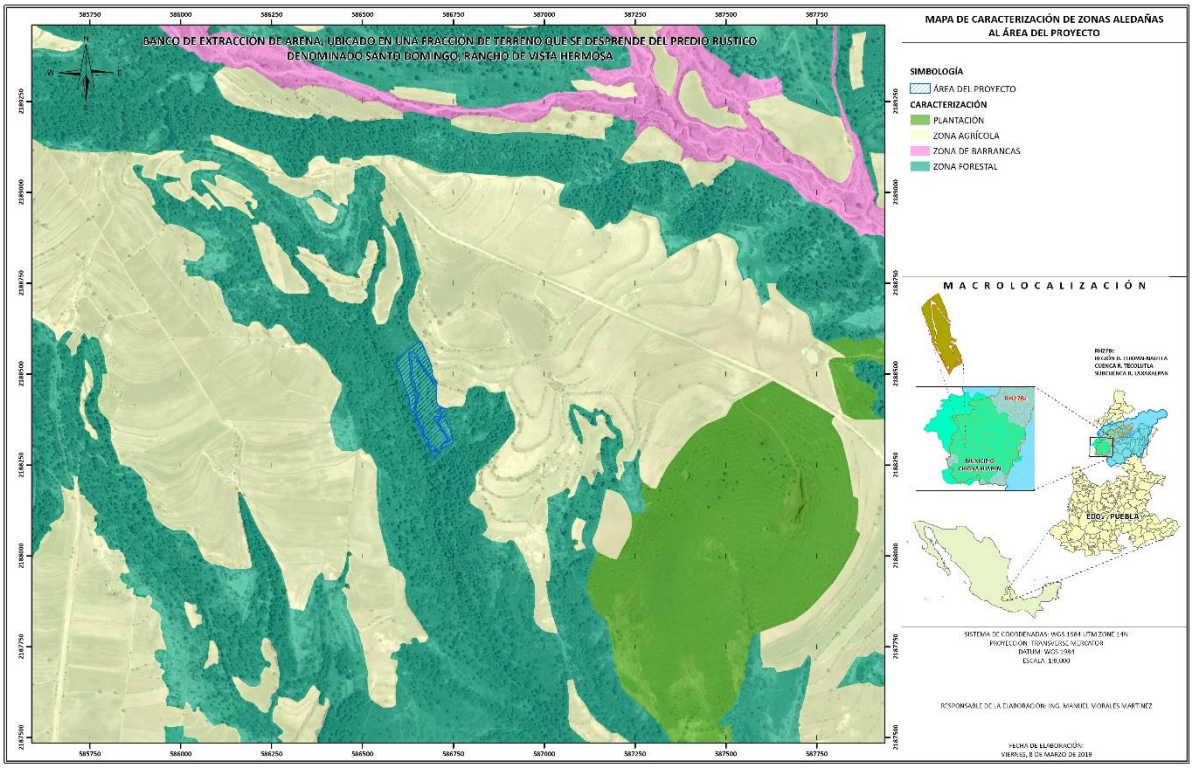


Figura II.9. Caracterización de zonas aledañas.

c) Superficie para obras permanentes

Durante el desarrollo del proyecto no se considera la construcción de ningún tipo de obra permanente tales como oficinas, almacenes, campamentos, baños, entre otros, ya que el proyecto considera únicamente la extracción y aprovechamiento de arena.

Puesto que ya existe una construcción cercana al área del proyecto misma que se ocupara como almacén de resguardo de herramienta e insumos que pudieran necesitarse, tiene una dimensión de 15 * 20 m aproximadamente, su ubicación se muestra en el plano siguiente.

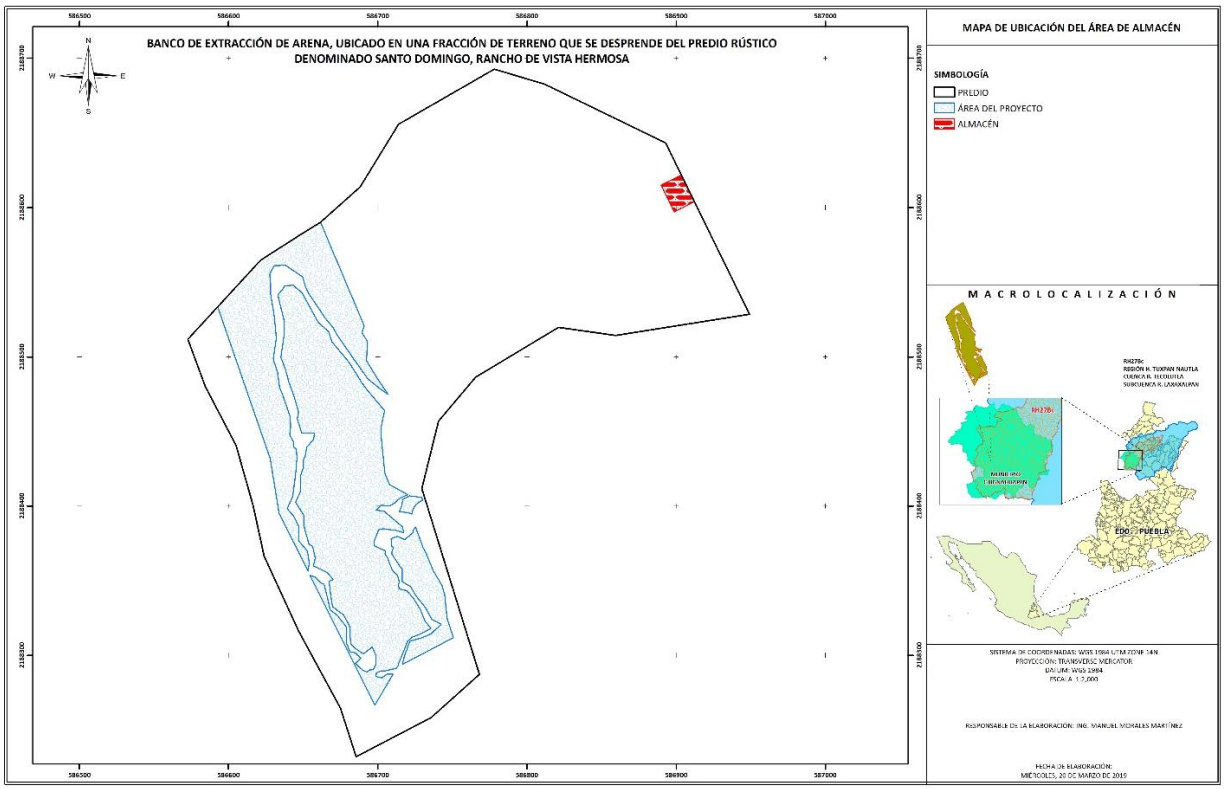


Figura II.10. Ubicación de almacén.

d) Superficies del predio

Como se mencionó anteriormente, la superficie del proyecto comprende una superficie de 2.0093 hectáreas dividida en 4 polígonos, mismos que se encuentran inmersos en el predio Una Fracción de Terreno, que se Desprende del Predio Rustico Denominado "Santo Domingo", Rancho de Vista Hermosa, con una superficie total de 7.465312 hectáreas, a continuación, se presenta el plano donde se ubica el área del proyecto dentro del predio.

Área de conservación – reforestación: se plantea en una superficie de 2.0093 hectáreas, en las cuales se llevará a cabo la reforestación con especies nativas para establecer nuevas coberturas vegetales idénticas a lo intervenido por el proyecto, la información completa se encuentra en el capítulo VIII / ANEXO 9. PROG. FLORA de la presente MIA.

Área de restauración: se establece un programa de restauración del sitio (al término de la ejecución del proyecto), en donde se tiene contemplado llevar a cabo una reforestación con especies nativas, con lo que se busca reestablecer en la medida de lo posible la cobertura vegetal que existía en el sitio antes de llevar acabo el presente proyecto.

Área de depósito material inerte: que consiste en colocar el suelo inerte en un área con superficie de 0.1510 ha para su posterior utilización en la construcción de obras.

Área de depósito suelo fértil: que consiste en colocar el suelo orgánico en un sitio adecuado para su posterior reincorporación en las actividades de restauración del área aprovechada, esto se llevara a cabo en una superficie de 0.1510 ha.

Estas 2 ultimas superficies pertenecen a tierras de cultivo por lo que están desprovistas de vegetación, de igual manera, la ubicación de las mismas no interfiere con corrientes de agua o con las actividades el proyecto.

De la misma forma ya existe una construcción dentro del predio misma que se ocupara como almacén de resguardo de herramienta e insumos que pudieran necesitarse en la ejecución del proyecto.

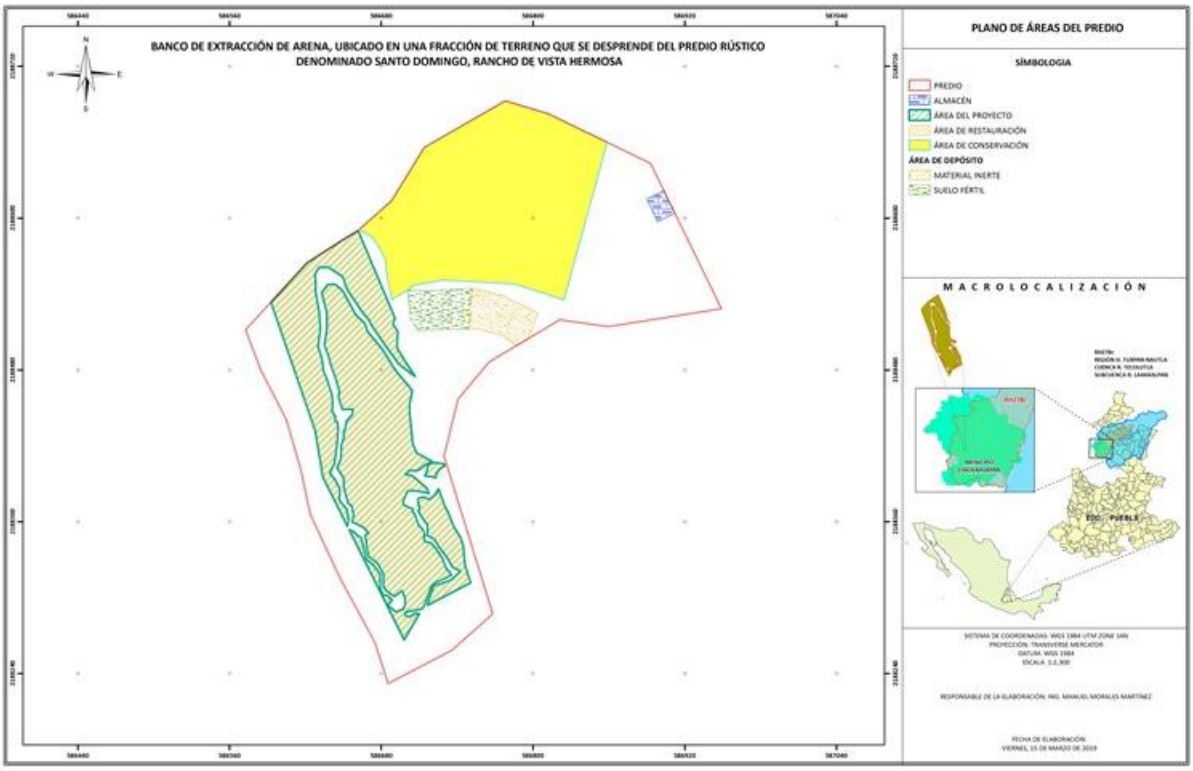


Figura II.11. Ubicación de superficies respecto al predio donde se sitúan.

II.1.4. Inversión requerida

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

Cuadro II.10. Inversión económica estimada en la región por la ejecución del proyecto.

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
Gestión ambiental y restauración	
Trámites de autorización	[redacted]
Elaboración de proyectos	
SUBTOTAL	
Actividades del proyecto	

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
Señalización / Delimitación	[redacted]
Derribo	
Extracción de materias primas	
Despalme	
SUBTOTAL	
Medidas de mitigación	
Transporte de material orgánico	
Almacenamiento de material orgánico	
Instalación de 1 sanitario	
Contenedores para residuos solidos	
Humedecimiento de superficies	
Programa de rescate y reubicación de flora	
Programa de rescate y reubicación de fauna	
Programa de reforestación y conservación de suelos	
Programa de Rehabilitación del área	
SUBTOTAL	
TOTAL	[redacted]

II.1.5. 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 en la localidad de Tecoyuca y muy cerca de las comunidades de San Luis del Valle y Acolihuia.

No se cuenta con la disponibilidad de algún tipo de servicio público dentro de las superficies del proyecto, sin embargo, no serán necesarios todos los servicios para el desarrollo del proyecto. Cabe señalar que existe un establecimiento cercano al proyecto (caracterizado en el predio como asentamientos humanos) a una distancia aproximada de 200 m por lo que se considera que se puede realizar el almacenaje de herramienta o material que sea utilizado durante el desarrollo del proyecto.

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

Vías de acceso

Para la realización del proyecto, ya se cuenta con un camino existente dentro de él, el cual no se somete a evaluación en la MIA-P, tienen un ancho promedio de 4 metros, está hecho con el material propio de superficie que atraviesa y que cubre con la necesidad de acceso y desplazamiento dentro del proyecto, los tramos del camino atraviesan el proyecto y tendrán mantenimiento con el fin de impactar lo menos posible.

El camino está constituido por tres tramos, la longitud de los tramos que atraviesan el proyecto son las siguientes:

Cuadro II.11. Tramo y longitud del camino existente.

TRAMO	LONGITUD (M)
1	403.14
2	12.9
3	161.87

A continuación, se presentan las coordenadas del eje central y el mapa de ubicación de los caminos existentes:

Cuadro II.12. Coordenadas del tramo 1.

TRAMO	LONGITUD (M)	NO	X	Y	LONGITUD	LATITUD
1	403.14	1	586705.28	2188477.2	98° 10' 20.037" W	19° 47' 24.721" N
		2	586703.91	2188471.22	98° 10' 20.085" W	19° 47' 24.526" N
		3	586691.49	2188483.85	98° 10' 20.510" W	19° 47' 24.939" N
		4	586682.36	2188497.54	98° 10' 20.822" W	19° 47' 25.386" N
		5	586671.48	2188511.98	98° 10' 21.193" W	19° 47' 25.857" N
		6	586668.79	2188518.33	98° 10' 21.285" W	19° 47' 26.064" N
		7	586662.67	2188524.45	98° 10' 21.494" W	19° 47' 26.264" N
		8	586651.48	2188542.62	98° 10' 21.875" W	19° 47' 26.857" N
		9	586647.28	2188549.29	98° 10' 22.019" W	19° 47' 27.075" N
		10	586642.59	2188552.94	98° 10' 22.179" W	19° 47' 27.194" N
		11	586638.86	2188553.66	98° 10' 22.307" W	19° 47' 27.218" N
		12	586635.05	2188553.34	98° 10' 22.438" W	19° 47' 27.208" N
		13	586632.75	2188551.35	98° 10' 22.517" W	19° 47' 27.144" N
		14	586630.69	2188544.92	98° 10' 22.589" W	19° 47' 26.935" N
		15	586630.61	2188540.72	98° 10' 22.593" W	19° 47' 26.799" N
		16	586633.23	2188525.64	98° 10' 22.505" W	19° 47' 26.308" N
		17	586634.81	2188512.94	98° 10' 22.453" W	19° 47' 25.894" N
		18	586632.59	2188499.76	98° 10' 22.532" W	19° 47' 25.466" N
		19	586637.04	2188484.04	98° 10' 22.381" W	19° 47' 24.954" N
		20	586637.75	2188480.15	98° 10' 22.358" W	19° 47' 24.827" N
		21	586643.23	2188463.88	98° 10' 22.172" W	19° 47' 24.297" N
		22	586643.54	2188459.04	98° 10' 22.162" W	19° 47' 24.140" N
		23	586644.97	2188449.36	98° 10' 22.114" W	19° 47' 23.824" N
		24	586646.4	2188444.59	98° 10' 22.066" W	19° 47' 23.669" N
		25	586647.83	2188441.9	98° 10' 22.018" W	19° 47' 23.581" N
		26	586648.31	2188439.59	98° 10' 22.002" W	19° 47' 23.506" N
		27	586647.99	2188433.01	98° 10' 22.014" W	19° 47' 23.292" N
		28	586647.83	2188427.69	98° 10' 22.020" W	19° 47' 23.119" N
		29	586646.8	2188421.58	98° 10' 22.056" W	19° 47' 22.920" N
		30	586645.66	2188409.74	98° 10' 22.097" W	19° 47' 22.536" N

TRAMO	LONGITUD (M)	NO	X	Y	LONGITUD	LATITUD
		31	586642.65	2188401.64	98° 10' 22.202" W	19° 47' 22.273" N
		32	586643.54	2188399.05	98° 10' 22.172" W	19° 47' 22.188" N
		33	586645.98	2188394.82	98° 10' 22.089" W	19° 47' 22.050" N
		34	586647.41	2188391.32	98° 10' 22.041" W	19° 47' 21.936" N
		35	586648.94	2188386.4	98° 10' 21.989" W	19° 47' 21.776" N
		36	586650.27	2188376.93	98° 10' 21.945" W	19° 47' 21.468" N
		37	586652.22	2188373.7	98° 10' 21.878" W	19° 47' 21.362" N
		38	586654.55	2188371.37	98° 10' 21.798" W	19° 47' 21.286" N
		39	586655.98	2188365.13	98° 10' 21.750" W	19° 47' 21.083" N
		40	586655.29	2188358.36	98° 10' 21.775" W	19° 47' 20.863" N
		41	586660.94	2188354.18	98° 10' 21.582" W	19° 47' 20.726" N
		42	586662.13	2188352.27	98° 10' 21.541" W	19° 47' 20.664" N
		43	586664.91	2188349.73	98° 10' 21.446" W	19° 47' 20.580" N
		44	586668.96	2188331.55	98° 10' 21.310" W	19° 47' 19.989" N
		45	586675.59	2188326.51	98° 10' 21.083" W	19° 47' 19.824" N
		46	586680.27	2188318.66	98° 10' 20.923" W	19° 47' 19.567" N
		47	586680.27	2188309.21	98° 10' 20.925" W	19° 47' 19.260" N
		48	586681.46	2188305.36	98° 10' 20.885" W	19° 47' 19.134" N
		49	586685.75	2188302.5	98° 10' 20.738" W	19° 47' 19.041" N
		50	586689.04	2188300.16	98° 10' 20.625" W	19° 47' 18.964" N
		51	586689.99	2188299.61	98° 10' 20.592" W	19° 47' 18.946" N
		52	586694.68	2188290.17	98° 10' 20.433" W	19° 47' 18.638" N

Cuadro II.13. Coordenadas del tramo 2.

TRAMO	LONGITUD (M)	NO	X	Y	LONGITUD	LATITUD
2	12.9	1	586698.64	2188286.05	98° 10' 20.298" W	19° 47' 18.504" N
	12.9	2	586703.01	2188287.66	98° 10' 20.147" W	19° 47' 18.555" N
	12.9	3	586705.91	2188288.37	98° 10' 20.047" W	19° 47' 18.578" N
	12.9	4	586711.13	2188289.02	98° 10' 19.868" W	19° 47' 18.598" N

Cuadro II.14. Coordenadas del tramo 3.

TRAMO	LONGITUD (M)	NO	X	Y	LONGITUD	LATITUD
3	161.87	1	586714.98	2188293.16	98° 10' 19.735" W	19° 47' 18.732" N
		2	586720.67	2188309.57	98° 10' 19.537" W	19° 47' 19.265" N
		3	586723.2	2188311.58	98° 10' 19.449" W	19° 47' 19.330" N
		4	586728.24	2188312.58	98° 10' 19.276" W	19° 47' 19.362" N
		5	586736.45	2188316.91	98° 10' 18.993" W	19° 47' 19.501" N
		6	586738	2188318.03	98° 10' 18.940" W	19° 47' 19.538" N
		7	586738.26	2188319.03	98° 10' 18.931" W	19° 47' 19.570" N

TRAMO	LONGITUD (M)	NO	X	Y	LONGITUD	LATITUD
		8	586737.64	2188320.51	98° 10' 18.952" W	19° 47' 19.618" N
		9	586735.1	2188322.64	98° 10' 19.039" W	19° 47' 19.688" N
		10	586730.42	2188331.71	98° 10' 19.198" W	19° 47' 19.984" N
		11	586724.5	2188339.25	98° 10' 19.400" W	19° 47' 20.230" N
		12	586721.92	2188343.58	98° 10' 19.488" W	19° 47' 20.371" N
		13	586717.45	2188346.3	98° 10' 19.641" W	19° 47' 20.460" N
		14	586716.06	2188347.45	98° 10' 19.689" W	19° 47' 20.498" N
		15	586715.63	2188348.81	98° 10' 19.703" W	19° 47' 20.542" N
		16	586715.06	2188354.16	98° 10' 19.722" W	19° 47' 20.717" N
		17	586714.27	2188355.79	98° 10' 19.749" W	19° 47' 20.770" N
		18	586712.35	2188358.1	98° 10' 19.814" W	19° 47' 20.845" N
		19	586708.07	2188367.16	98° 10' 19.960" W	19° 47' 21.140" N
		20	586707.97	2188368.91	98° 10' 19.963" W	19° 47' 21.198" N
		21	586706.27	2188372.93	98° 10' 20.021" W	19° 47' 21.329" N
		22	586705.74	2188376.6	98° 10' 20.038" W	19° 47' 21.448" N
		23	586706.12	2188379.07	98° 10' 20.025" W	19° 47' 21.528" N
		24	586707.31	2188380.36	98° 10' 19.984" W	19° 47' 21.570" N
		25	586711.01	2188381.17	98° 10' 19.856" W	19° 47' 21.596" N
		26	586713.38	2188381.27	98° 10' 19.775" W	19° 47' 21.599" N
		27	586716.54	2188380.13	98° 10' 19.667" W	19° 47' 21.561" N
		28	586717.91	2188380.17	98° 10' 19.619" W	19° 47' 21.562" N
		29	586719.1	2188380.64	98° 10' 19.579" W	19° 47' 21.577" N
		30	586720.56	2188382.86	98° 10' 19.528" W	19° 47' 21.649" N
		31	586721.85	2188385.7	98° 10' 19.483" W	19° 47' 21.741" N
		32	586722.51	2188387.35	98° 10' 19.460" W	19° 47' 21.795" N
		33	586722.42	2188389.13	98° 10' 19.463" W	19° 47' 21.853" N
		34	586721.66	2188390.1	98° 10' 19.489" W	19° 47' 21.885" N
		35	586719.18	2188391.45	98° 10' 19.574" W	19° 47' 21.929" N
		36	586715.52	2188392.87	98° 10' 19.699" W	19° 47' 21.976" N
		37	586712.86	2188393.91	98° 10' 19.791" W	19° 47' 22.010" N
		38	586711.29	2188395.33	98° 10' 19.845" W	19° 47' 22.056" N
		39	586710.74	2188396.85	98° 10' 19.863" W	19° 47' 22.106" N
		40	586710.72	2188398.69	98° 10' 19.864" W	19° 47' 22.166" N
		41	586712.79	2188401.47	98° 10' 19.792" W	19° 47' 22.256" N
		42	586716.05	2188404.92	98° 10' 19.679" W	19° 47' 22.368" N
		43	586720.69	2188407.43	98° 10' 19.520" W	19° 47' 22.449" N

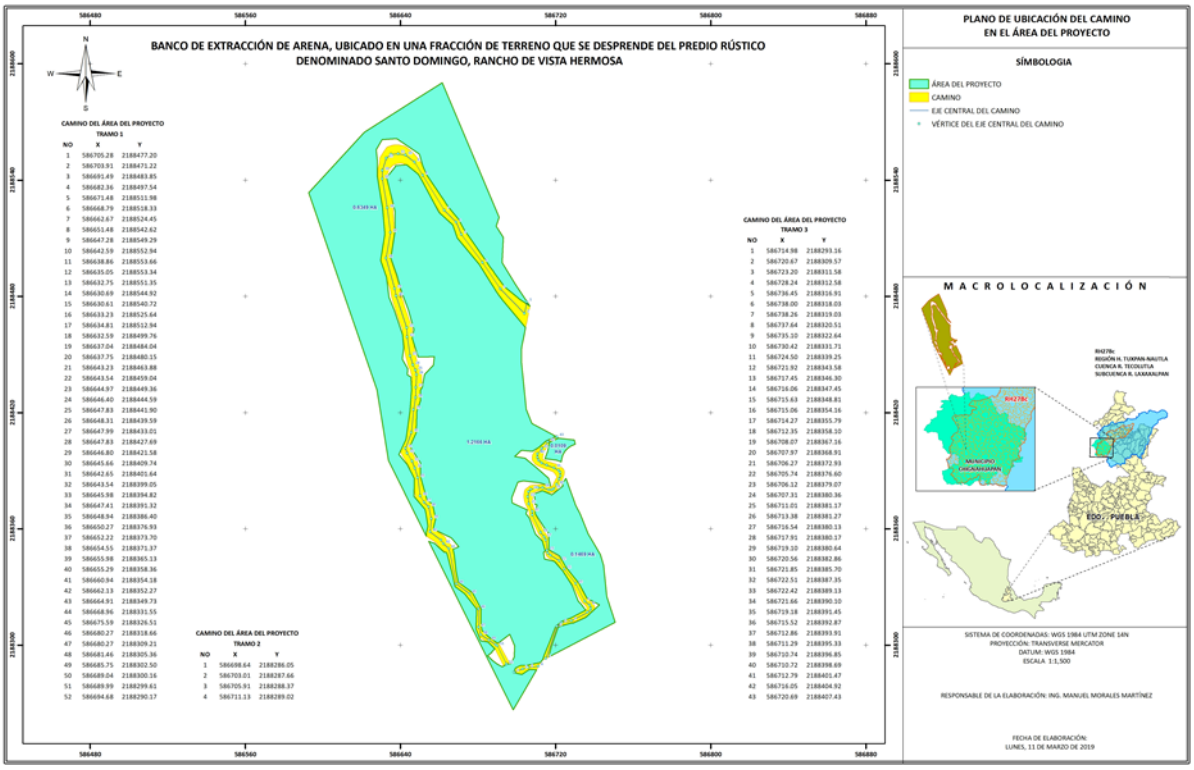


Figura II.12. Mapa de ubicación del camino.

A continuación, se presentan imágenes de las condiciones del camino existente que atraviesa el área del proyecto.



Imagen II.9. Condición del camino (Imagen 1).



Imagen II.10. Condición del camino (Imagen 2).



Imagen II.11. Condición de camino (Imagen 3).

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 área del proyecto.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto, corresponde al cambio de uso de suelo para la extracción de arena, el cual comprende principalmente la preparación del sitio enfocadas a las actividades previas a la extracción, en el siguiente cuadro se muestran las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto.

Cuadro II.15. Principales actividades desarrolladas en el proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Señalización (Delimitación)
	Desmonte
	Extracción de materias primas
	Despalme

II.2.1. Programa de trabajo

El proyecto tendrá una vida útil de 12 años (144 meses) que corresponden a las actividades propias de cambio de uso de suelo (señalización, desmonte, extracción de materias primas y despalme).

El proyecto incluye medidas de mitigación, compensación y/o prevención - previas al cambio de uso de suelo Rescate de flora silvestre, Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre, Rescate de fauna silvestre y la Colocación de obras temporales (baños y contenedores).

Se contemplan también medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo las cuales son humedecimiento de superficies, transporte de material orgánico y almacenamiento de material orgánico.

Un apartado de medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo y son reubicación de flora silvestre, obras de conservación (terrazas individuales) y mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación.

Las actividades de reforestación adicional, obras de conservación (terrazas individuales), reposición de planta (30%), Mantenimiento de la reforestación, estabilización de taludes, reincorporación de suelo fértil, rehabilitación del sitio y obras de conservación de suelos, reposición de planta (30%) y mantenimiento de la rehabilitación son parte de las medidas de mitigación, compensación y/o prevención posteriores al cambio de uso de suelo

Cuadro II.16. Cronograma de actividades.

Actividad	Vida útil del proyecto en años																								Años posteriores al proyecto															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																																								
Rescate de flora silvestre	■								■								■						■																			
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
Rescate de fauna silvestre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
Colocación de obras temporales (baños y contenedores)	■								■								■						■																			
Actividades del cambio de uso de suelo																																								
Señalización (Delimitación del área)	■								■								■						■																			
Desmonte	■								■								■						■																			
Extracción de materias primas provenientes del desmonte	■								■								■						■																			
Despalme		■								■								■						■																		
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																																								
Derribo	■								■								■						■																			
Humedecimiento de superficies		■								■								■						■																		
Transporte de material orgánico		■								■								■						■																		
Almacenamiento de material orgánico.		■								■								■						■																		
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																																								
Reubicación de flora silvestre	■								■								■						■																			
Obras de conservación (terrazas individuales)$_1$	■								■								■						■																			
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación		■		■		■				■		■		■				■		■		■		■		■		■													
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención posteriores al cambio de uso de suelo																																								
Reforestación adicional																								■																		
Obras de conservación (terrazas individuales)$_2$																								■																		
Reposición de planta (30%)																										■																
Mantenimiento de la reforestación																										■		■		■		■		■							
Estabilización de taludes																												■													

Actividad	Vida útil del proyecto en años																								Años posteriores al proyecto															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Reincorporación de suelo fértil																																								
Rehabilitación del sitio y obras de conservación de suelos[3]																																								
Reposición de planta (30%)																																								
Mantenimiento de la rehabilitación																																								

[1] Estas obras están enfocadas para los géneros (*Agave, Mammillaria y Opuntia*) que son de algunos de los géneros de las especies a reubicar.

[2] Estas obras están enfocadas para los individuos de las especies a reforestar.

[3] Estas obras están enfocadas para los individuos de las especies en el área de rehabilitación.

A continuación, se presenta la calendarización del desarrollo de la etapa de preparación del sitio en el área del proyecto.

Cuadro II.17. Actividades de preparación de sitio del área del proyecto.

Actividad	Vida útil del proyecto en años																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Actividades del cambio de uso de suelo																								
Señalización (Delimitación del área)																								
Desmonte																								
Extracción de materias primas provenientes del desmonte																								
Despalme																								

En la etapa de **preparación del sitio**, en donde se desarrollan las actividades propias del cambio de uso de suelo (señalización (delimitación), desmonte, extracción de materias primas y despalme), se desarrollará de manera paulatina a partir de la autorización emitida por la SEMARNAT, este plazo estará distribuido en cinco años de intervención (**Año 1, 5, 9 y 12**). A continuación, se presenta un plano con la superficie de cambio de uso de suelo por año de intervención y el cronograma de ejecución por año del proyecto:

Cuadro II.18. Actividades de cambio de uso de suelo (preparación del sitio).

Actividad	Año de intervención (1, 5,9 y 12)											
	Semestre 1						Semestre 2					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Preparación del sitio												
Señalización												
Desmonte												
Extracción de materias primas												
Despalme												

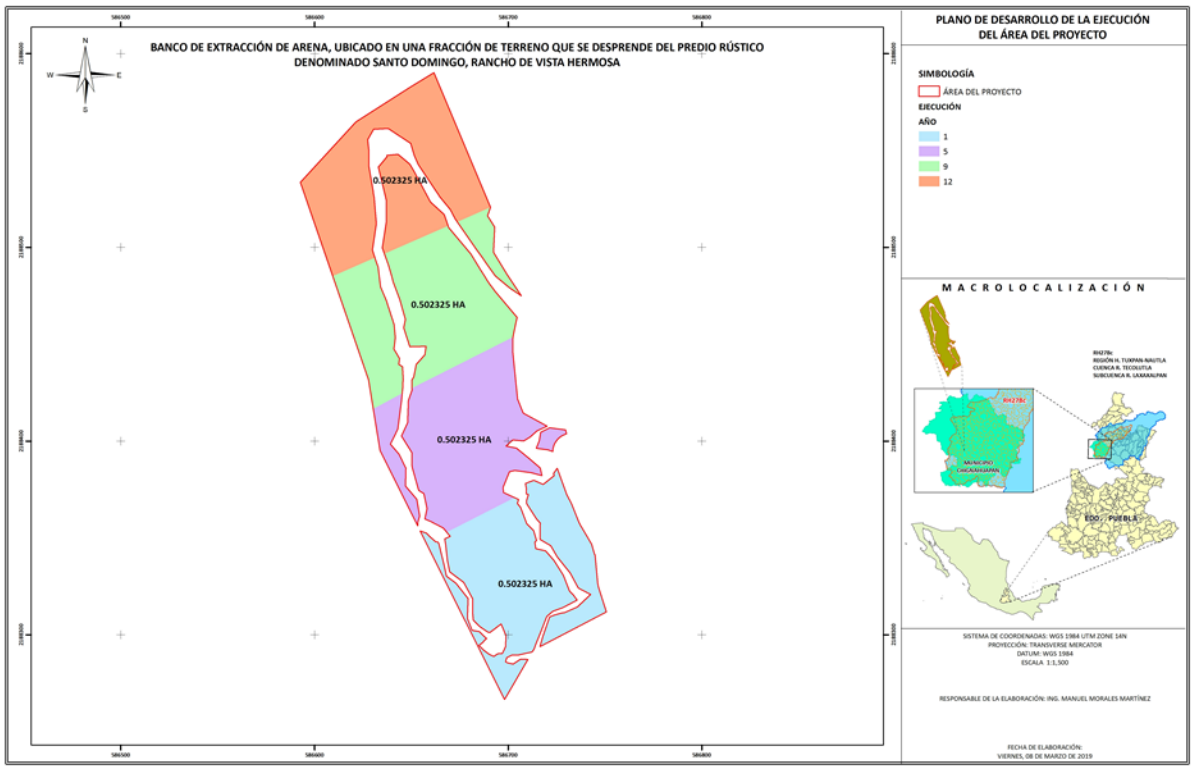


Figura II.13. Plano de desarrollo de extracción.

II.2.2. Representación gráfica local

El proyecto se localiza en el municipio de Chignahuapan, en el estado de Puebla mismo, que se ubica en la zona centro oriente del país de México, limitando 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; tiene una extensión de 33,919 km^2 y se divide políticamente en 217 municipios. De manera específica el proyecto se ubica en la localidad de Tecoyuca, en las siguientes figuras se presenta la localización regional y local del proyecto.

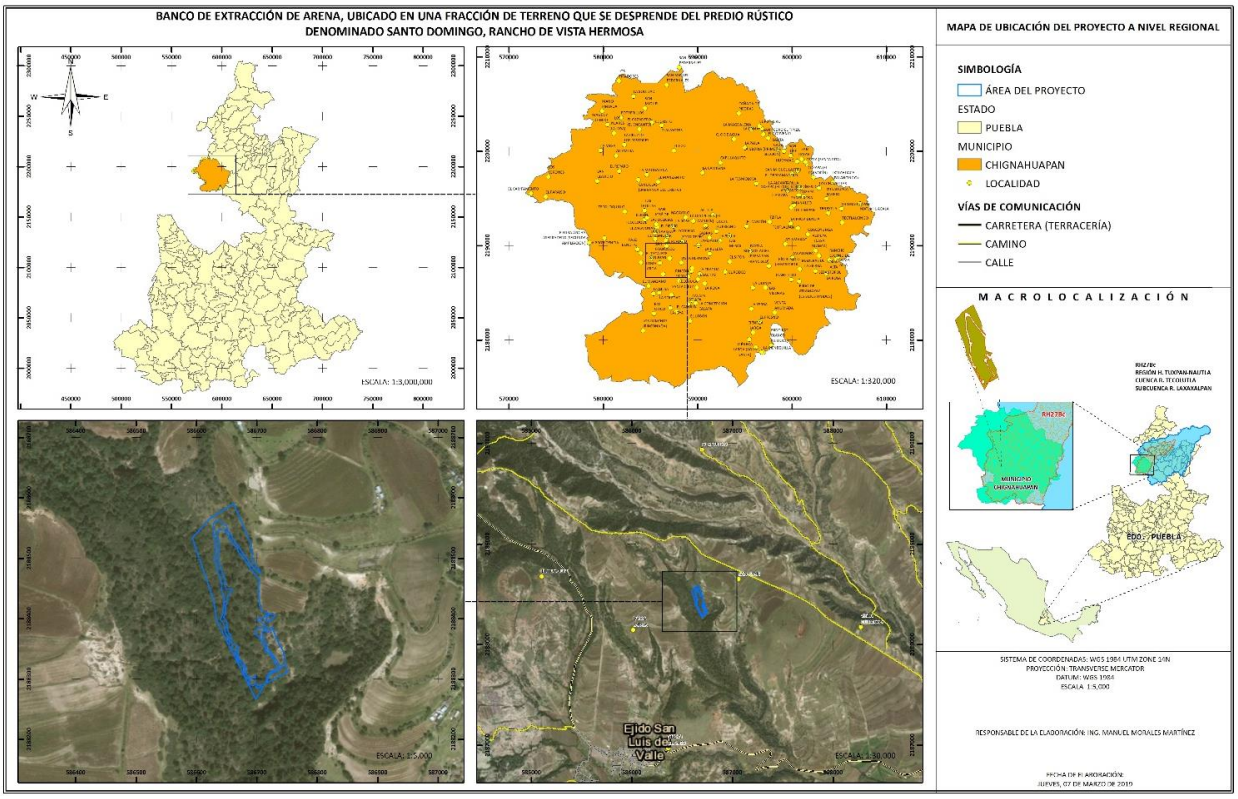


Figura II.14. Ubicación regional del área del proyecto.

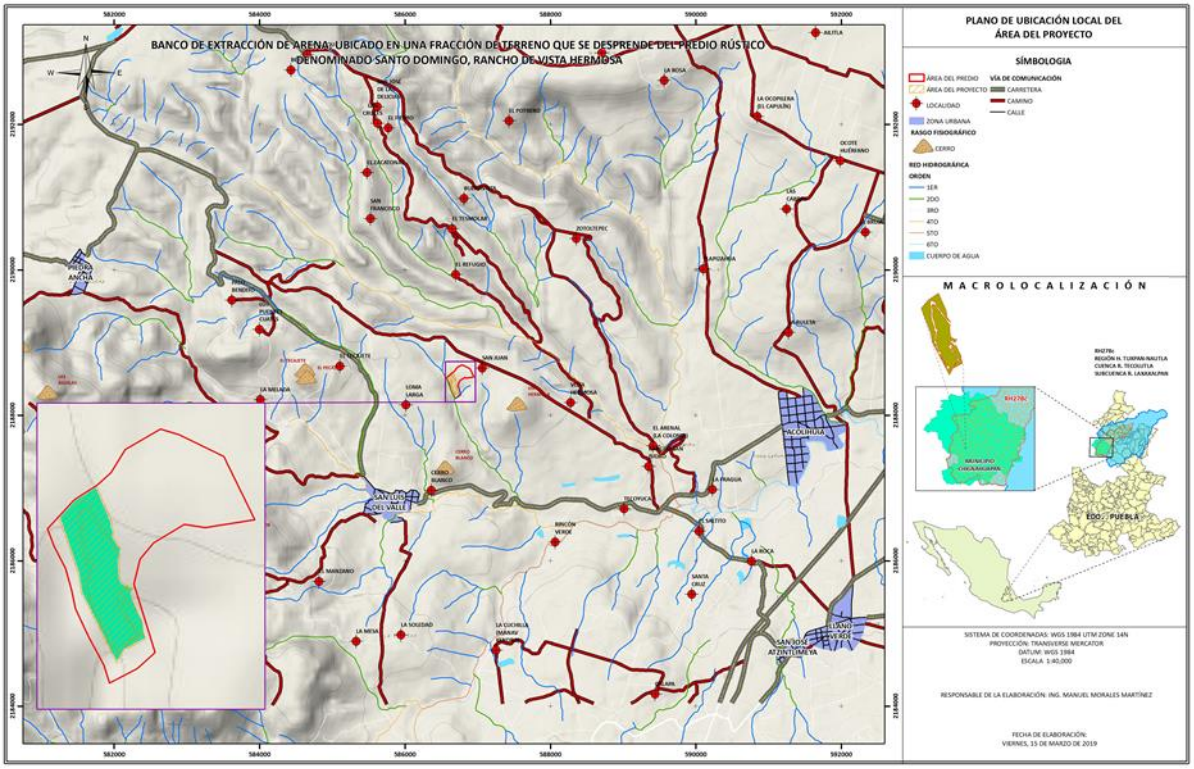


Figura II.15. Ubicación local del área del proyecto.

II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción

En el presente apartado se describe de manera detallada las acciones y la forma de ejecución del cambio de uso de suelo por la remoción de la vegetación forestal (bosque de encino) en una superficie de 2.0093 hectáreas.

II.2.3.1 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, por lo que algunas actividades pueden considerarse como previas al cambio de uso del suelo y no propiamente como parte operativa de este. La forma de ejecución y las actividades propias de esta etapa son las siguientes:

ACTIVIDADES PREVIAS AL CAMBIO DE USO DE SUELO COMO MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- **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. Este método, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentren en el sitio.

- **Rescate y reubicación de fauna**

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 área de influencia directa del proyecto. Dentro los anexos correspondientes al capítulo VIII, se puede encontrar el ANEXO 10. PROG. 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 reubicarla en sitios de características ambientales similares a las de su origen. Especialmente se le dará importancia a la flora con estatus o endémica mencionada en los capítulos posteriores de este estudio.

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.19. Número de individuos a rescatar y reubicar.

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% Rescate**	**Total**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	161	100%	161
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8	100%	8
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964	65%	627
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755	65%	491
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804	65%	523
5	**TOTAL**				**2,692**	**-**	**1,809**

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

ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO

- **Señalización (delimitación)**

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

- **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 hechas. 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.12. Forma típica de realizar el derribo y troceo de arbolado.



Imagen II.13. 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 área del proyecto.



Imagen II.14. Ejemplo de la extracción de materias primas.

Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del área del proyecto

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 área del proyecto corresponde a bosque de encino.

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 precedió 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 en campo por el perímetro de la superficie propuesta, para identificar la cobertura vegetal que sería afectada por el área del proyecto.

3. Muestreo mediante sitios de muestreo. Para el área del proyecto se establecieron 5 sitios circulares de 500 m^2 con un de radio de 12.61 metros para el estrato arbóreo dentro de los polígonos establecidos para el proyecto, que representan una intensidad de muestreo de 12.44%, para una superficie de 2.0093 hectáreas. Dentro del sitio de 500 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. 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 500 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 ojosas) 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.

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

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:

- 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[1].

Forma y tamaño de los sitios.

Para obtener la información del área del proyecto, se implementó la siguiente manera:

Por medio de sistemas de información geográfica, se delimitaron las áreas forestales que, 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 12.61 m (500 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)

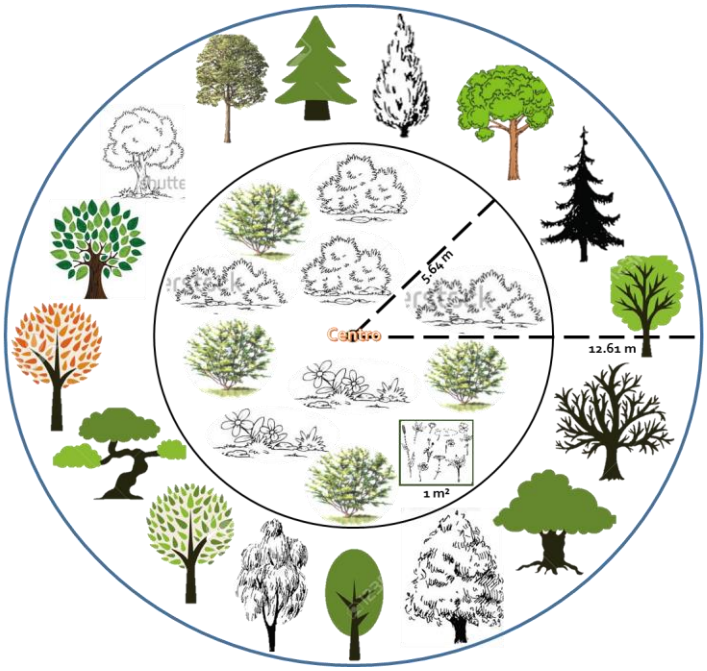


Figura II.16. Ejemplo de muestreo para el estrato arbóreo.

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, 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[2]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[3]).

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 del proyecto 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.20. Determinación del tamaño de muestra.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	9
Bosque de encino	2	15
Bosque de encino	3	10
Bosque de encino	4	10
Bosque de encino	5	10
Promedio (ẋ)		10.8000
Muestras (n)		5
Desviación estándar (S)		2.3875
Coeficiente de variación (CV)		22.1062
90% de probabilidad t=		2.132
E=		20
N=		40
Total de sitios 90% (n=)		**5**

De acuerdo con la superficie total del área del proyecto en terrenos forestales para el tipo de vegetación de bosque de encino (2.0093 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 40, considerando que cada unidad maestral tuvo una superficie de 500 m².

Cuadro II.21. Datos utilizados para obtener el tamaño de muestra.

Superficie de CUSTF		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
Ha	m²	m²	N
2.0093	20093.00	500	**40**

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:

$$n = \frac{2.132^2 * 22.1062^2}{20^2 + \frac{2.132^2 * 22.1062^2}{40}} = 5$$

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

Con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual del área del proyecto se realizó 5 puntos de muestreo. El tamaño de muestra estimado con base al pre-muestreo realizado, es igual a la cantidad de sitios tomados en campo, por lo tanto, el pre-muestreo es suficiente para el uso de información y se asegura confiabilidad en los datos tomados en el área donde se llevará a cabo el proyecto.

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.

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 10%, para el tipo de vegetación de bosque encino se levantaron 5 sitios en una superficie de 2.0093 ha, las cuales presentaron características homogéneas en cuanto a la estructura de la población. Aunado a lo anterior significa una intensidad de muestreo de 12.44 % a nivel proyecto.

Estimación del volumen

Fórmulas y modelos empleados

Una vez organizada la información, se procedió a realizar los cálculos de promedios de cada una de las variables dasométricas levantadas en el inventario, lo cual se hizo por especie para no mezclar información.

A continuación, se describen las fórmulas matemáticas y los métodos usados para obtener los promedios de cada una de las variables.

Al realizar el muestreo mediante sitios, se hace necesaria la extrapolación de la información a la hectárea para después poder expandirlo a la superficie total. La fórmula utilizada para expandir la información a la hectárea es la siguiente:

$$Fe = \frac{1}{A} = \frac{10000}{a}$$

Donde:

Fe: Es el factor de expansión a hectárea.

1: Corresponde a 1 hectárea, la cual se convierte a m^2 para poder aplicar la formula.

a: Es el área de la unidad muestral expresada en metros cuadrados (m^2).

En este caso los sitios se realizaron de 500 m^2 por lo que:

$$Fe = \frac{10{,}000}{500} = 20$$

Entonces 20 es nuestro factor de expansión a la hectárea, es el factor de expansión se utilizará para los datos obtenidos con los sitios.

Área basal

El área basal es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas. Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal tomada a 1.3 m de altura en un fuste, o sea a la altura del diámetro normal, se denomina "área basal". A la suma de las áreas basales de los árboles en una hectárea se le llama área basal total y es expresada en **m^2/ha.**

Para obtener el área basal por hectárea, primero calculamos el área basal individual mediante la siguiente formula:

$$AB = \frac{\pi}{4} * Dn^2$$

Donde:

AB = Área basal individual

Dn = Diámetro normal en metros a 1.30 m.

Ahora se procede a calcular el AB/Ha

Área basal por hectárea=(AB*Fe) * F /n

Dónde:

AB = Área basal individual.
Fe= Factor de expansión a hectárea.
F = Frecuencia
n = Número de sitios de levantados

Altura promedio (m) = $(\Sigma H)/n$

Donde:

H = Altura individual por especie.
n = Número de individuos muestreados por especie.

Diámetro promedio (cm) = $(\Sigma Dn)/n$

Dónde:

Dn = Diámetro individual por especie

n = Número de individuos muestreados por especie.

Las formulas antes descritas son las que se utilizan para determinar volúmenes de especies arbóreas en el Manual para la Elaboración de Estudios Dasométricos en Bosques, publicado por la extinta SARH.

Existencias volumétricas reales

Para la obtención del volumen total árbol se utiliza la siguiente formula:

V.T.A m^3 = VFm^3 +VRm^3

Donde:

V.T.A m^3 = Volumen total árbol m^3 (100% del volumen)

VFm^3 = Volumen fustal m^3

VRm^3 = Volumen de ramaje m^3

Para la estimación de los volúmenes fustales de las especies maderables se utilizaron los modelos de volumen del inventario forestal del estado de Puebla, publicado en el año 1984, documento en el cual se encuentran los modelos para las 5 zonas que comprende el estado.

Los modelos que se presentan en el Inventario Estatal Forestal, utilizadas para el proyecto son las siguientes:

Cuadro II.22. Modelos matemáticos utilizados para la obtención del volumen fustal.

Modelo matemático para *Arbustus Xalapensis*:
Vol= EXP (-9.5017845+(1.82547723*LN(DN))+(0.98416091*LN(HT)))
Modelo matemático para *Buddleja cordata, Quercus crassipes y Quercus dysophylla:*
Vol= EXP(-9.69246238+(1.92883177*LN(DN)+0.90538711*LN (HT)))
Modelo matemático para *Juniperus deppeana:*
Vol= EXP(-10.13480453+(1.96960849*LN(DN))+(1.01643160*LN (HT)))
Modelo matemático para *Pinus rudis:*
Vol= EXP(-9.63495649+(1.86670523*LN(DN))+(0.99551381*LN (HT)))
Modelo matemático para *Nolina:*
Vol= EXP(-9.63495649+(1.86670523*LN(DN))+(0.99551381*LN (HT)))

Dónde:

Ln = Logaritmo natural
DN = Diámetro normal
HT = Altura total.

Una vez obtenido el volumen fustal, se procede a obtener el volumen de ramaje de acuerdo con el porcentaje que le corresponde, para lo cual se emplea la siguiente formula.

$$\mathrm{VRm}^3 = \frac{\%\ de\ VR * VFm^3}{\%\ de\ VF}$$

Cuadro II.23. Porcentaje de volumen fustal y de ramaje por especies.

Especie	% de volumen fustal	% de volumen de ramaje	% de volumen total árbol
Arbutus xalapensis	70	30	100
Buddleja cordata	70	30	100
Juniperus deppeana	70	30	100
Nolina longifolia	80	20	100
Pinus rudis	80	20	100
Quercus crassipes	70	30	100
Quercus dysophylla	70	30	100

Ejemplo

Pinus rudis

DN= 9

HT= 5

Primero obtenemos el volumen fustal utilizando el modelo matemático mostrado anteriormente:

$$\text{Volumen fustal} = \text{Exp}^{(-9.63495649+(1.86670523*LN(DN))+(0.99551381*LN\ (HT)))}$$

Volumen fustal= 0.0196 m^3

Obtenido este valor, que es igual al 80% del v.t.a, se obtiene el 20% correspondiente al volumen del ramaje:

$$\text{Volumen de ramaje } m^3 = \frac{20 * 0.0196}{80}$$

Volumen de ramaje m^3=**0.0049 m^3**

Finalmente sumamos estos dos valores y obtenemos el 100% que corresponde al volumen total árbol.

Volumen total árbol m^3= Volumen fustal m^3 + Volumen de ramaje m^3

V.T.A. m^3= 0.0196 + 0.0049

V.T.A. m^3= 0.0245 m^3

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

Cuadro II.24. Volumen total del área del proyecto por especie.

SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
2.0093	*Arbutus xalapensis*	Madroño	12	24	0.621	25.33	7.00	3.2964	6.6234
	Buddleja cordata	Tepozan	8	16	0.003	2.50	1.50	0.0042	0.0085
	Juniperus deppeana	Tascate	72	145	0.682	9.14	3.61	2.5064	5.0361
	Nolina longifolia	Borracho	4	8	0.385	35.00	2.50	1.2026	2.4165
	Pinus rudis	Pino de las alturas	124	249	0.917	6.55	3.28	4.6790	9.4015
	Quercus crassipes	Encino	204	410	2.502	10.77	4.14	10.9704	22.0429
	Quercus dysophylla	Encino laurelillo	244	490	0.370	4.37	2.72	0.9762	1.9614
	TOTAL GENERAL		**668**	**1342**	**5.4795**	**93.66**	**24.76**	**23.6353**	**47.4904**

Volumen por año de intervención

Cuadro II.25. Volumen por año de intervención del área del proyecto.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES	ÁREA BASAL (m2 / HA)	D.N. (cm)	ALT. (m)	VOL/HA (M3 V.T.A.)	VOL TOTAL (M3 V. T. A.)
1	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	12	6	0.621	25.33	7.00	3.2964	1.6559
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4	0.003	2.50	1.50	0.0042	0.0021
		Juniperus deppeana	Tascate	72	36	0.682	9.14	3.61	2.5064	1.2590
		Nolina longifolia	Borracho	4	2	0.385	35.00	2.50	1.2026	0.6041
		Pinus rudis	Pino de las alturas	124	62	0.917	6.55	3.28	4.6790	2.3504
		Quercus crassipes	Encino	204	102	2.502	10.77	4.14	10.9704	5.5107
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	244	123	0.370	4.37	2.72	0.9762	0.4904
		TOTAL		**668**	**336**	**5.4795**	**93.66**	**24.76**	**23.6353**	**11.8726**
5	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	12	6	0.621	25.33	7.00	3.2964	1.6559
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4	0.003	2.50	1.50	0.0042	0.0021
		Juniperus deppeana	Tascate	72	36	0.682	9.14	3.61	2.5064	1.2590
		Nolina longifolia	Borracho	4	2	0.385	35.00	2.50	1.2026	0.6041
		Pinus rudis	Pino de las alturas	124	62	0.917	6.55	3.28	4.6790	2.3504
		Quercus crassipes	Encino	204	102	2.502	10.77	4.14	10.9704	5.5107
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	244	123	0.370	4.37	2.72	0.9762	0.4904
		TOTAL		**668**	**336**	**5.4795**	**93.66**	**24.76**	**23.6353**	**11.8726**
9	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	12	6	0.621	25.33	7.00	3.2964	1.6559
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4	0.003	2.50	1.50	0.0042	0.0021
		Juniperus deppeana	Tascate	72	36	0.682	9.14	3.61	2.5064	1.2590
		Nolina longifolia	Borracho	4	2	0.385	35.00	2.50	1.2026	0.6041
		Pinus rudis	Pino de las alturas	124	62	0.917	6.55	3.28	4.6790	2.3504
		Quercus crassipes	Encino	204	102	2.502	10.77	4.14	10.9704	5.5107
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	244	123	0.370	4.37	2.72	0.9762	0.4904
		TOTAL		**668**	**336**	**5.4795**	**93.66**	**24.76**	**23.6353**	**11.8726**
12	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	12	6	0.621	25.33	7.00	3.2964	1.6559
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4	0.003	2.50	1.50	0.0042	0.0021
		Juniperus deppeana	Tascate	72	36	0.682	9.14	3.61	2.5064	1.2590
		Nolina longifolia	Borracho	4	2	0.385	35.00	2.50	1.2026	0.6041
		Pinus rudis	Pino de las alturas	124	62	0.917	6.55	3.28	4.6790	2.3504
		Quercus crassipes	Encino	204	102	2.502	10.77	4.14	10.9704	5.5107
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	244	123	0.370	4.37	2.72	0.9762	0.4904
		TOTAL		**668**	**336**	**5.4795**	**93.66**	**24.76**	**23.6353**	**11.8726**

Nota: Se anexa cálculo de volumen ANEXO 15. MEMORIAS CÀLCULO / 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 aún no presentan las características necesarias para su cubicación.

Cuadro II.26. Renuevos por especie.

NÚMERO DE IND. DE RENUEVOS A EXTRAER EN EL AP				
SUPERFICIE (HA)	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. ÁRBOLES TOTALES**
2.0093	*Arbutus xalapensis*	Madroño	20	40.186
	Buddleja cordata	Tepozán	8	16.074
	Juniperus deppeana	Táscate	88	176.818
	Nolina longifolia	Borracho	20	40.186
	Pinus rudis	Pino de las alturas	72	144.670
	Quercus crassipes	Encino	32	64.298
	Quercus dysophylla	Encino laurelillo	3780	7595.154
	TOTAL GENERAL		**4020**	**8077**

Renuevos por año de intervención

Cuadro II.27. Renuevos por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
1	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	20	10.047
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4.019
		Juniperus deppeana	Tascate	88	44.205
		Nolina longifolia	Borracho	20	10.047
		Pinus rudis	Pino de las alturas	72	36.167
		Quercus crassipes	Encino	32	16.074
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	3780	1898.789
		TOTAL		**4020**	**2019.347**
5	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	20	10.047
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4.019
		Juniperus deppeana	Tascate	88	44.205
		Nolina longifolia	Borracho	20	10.047
		Pinus rudis	Pino de las alturas	72	36.167
		Quercus crassipes	Encino	32	16.074
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	3780	1898.789
		TOTAL		**4020**	**2019.347**
9	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	20	10.047
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4.019
		Juniperus deppeana	Tascate	88	44.205
		Nolina longifolia	Borracho	20	10.047
		Pinus rudis	Pino de las alturas	72	36.167
		Quercus crassipes	Encino	32	16.074
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	3780	1898.789

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ÁRBOLES TOTALES
		TOTAL		**4020**	**2019.347**
12	0.502325	*Arbutus xalapensis*	Madroño	20	10.047
		Buddleja cordata	Tepozan	8	4.019
		Juniperus deppeana	Tascate	88	44.205
		Nolina longifolia	Borracho	20	10.047
		Pinus rudis	Pino de las alturas	72	36.167
		Quercus crassipes	Encino	32	16.074
		Quercus dysophylla	Encino laurelillo	3780	1898.789
		TOTAL		**4020**	**2019.347**

ESTRATO ARBUSTIVO

Cuadro II.28. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por hectárea y total.

NÚMERO DE IND. DE ARBUSTOS A EXTRAER EN EL AP				
SUPERFICIE (HA)	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. ARBUSTOS TOTALES**
2.0093	*Baccharis conferta*	Jarilla	520	1,045
	TOTAL GENERAL		**520**	**1,045**

Arbustos por año de intervención

Cuadro II.29. Número de individuos por especies del estrato arbustivo por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. ARBUSTOS TOTALES
1	0.502325	*Baccharis conferta*	Jarilla	520	261
		TOTAL		**520**	**261**
5	0.502325	*Baccharis conferta*	Jarilla	520	261
		TOTAL		**520**	**261**
9	0.502325	*Baccharis conferta*	Jarilla	520	261
		TOTAL		**520**	**261**
12	0.502325	*Baccharis conferta*	Jarilla	520	261
		TOTAL		**520**	**261**

ESTRATO HERBÁCEO

Cuadro II.30. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por hectárea y total.

NÚMERO DE IND. DE HIERBAS A EXTRAER EN EL AP				
SUPERFICIE (HA)	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. HIERBAS TOTALES**
2.0093	*Asplenium monanthes*	Helecho	8,000	16,074
	Eragrostis intermedia	Zacate llanero	10,000	20,093
	Helianthemum glomeratum	Gobernadora	8,000	16,074
	Muhlenbergia macroura	Zacatón	14,000	28,130
	Panicum hallii	Panizo aserrín	30,000	60,279
	TOTAL GENERAL		**70,000**	**140,651**

Hierbas por año de intervención

Cuadro II.31. Número de individuos por especies del estrato herbáceo por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. HIERBAS TOTALES
1	0.502325	*Asplenium monanthes*	Helecho	8,000	4,019
		Eragrostis intermedia	Zacate llanero	10,000	5,023
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	8,000	4,019
		Muhlenbergia macroura	Zacatón	14,000	7,033
		Panicum hallii	Panizo aserrín	30,000	15,070
		TOTAL		**70,000**	**35,163**
5	0.502325	*Asplenium monanthes*	Helecho	8,000	4,019
		Eragrostis intermedia	Zacate llanero	10,000	5,023
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	8,000	4,019
		Muhlenbergia macroura	Zacatón	14,000	7,033
		Panicum hallii	Panizo aserrín	30,000	15,070
		TOTAL		**70,000**	**35,163**
9	0.502325	*Asplenium monanthes*	Helecho	8,000	4,019
		Eragrostis intermedia	Zacate llanero	10,000	5,023
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	8,000	4,019
		Muhlenbergia macroura	Zacatón	14,000	7,033
		Panicum hallii	Panizo aserrín	30,000	15,070
		TOTAL		**70,000**	**35,163**
12	0.502325	*Asplenium monanthes*	Helecho	8,000	4,019
		Eragrostis intermedia	Zacate llanero	10,000	5,023
		Helianthemum glomeratum	Gobernadora	8,000	4,019
		Muhlenbergia macroura	Zacatón	14,000	7,033
		Panicum hallii	Panizo aserrín	30,000	15,070
		TOTAL		**70,000**	**35,163**

ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS

Cuadro II.32. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por hectárea y total.

NÚMERO DE IND. DE EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS A EXTRAER EN EL AP				
SUPERFICIE (HA)	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**NO. EPÍFITAS Y CATÁCEAS TOTALES**
2.0093	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	80	161
	Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	4	8
	Opuntia robusta	Nopal camueso	480	964
	Tillandsia macdougallii	Magueyito	376	755
	Tillandsia recurvata	Gallito	400	804
	TOTAL GENERAL		**1,340**	**2,692**

Epífitas y/o cactáceas por año de intervención

Cuadro II.33. Número de individuos por especies del estrato epífitas y/o cactáceas por año de intervención.

AÑO DE INTERVENCIÓN	SUPERFICIE (HA)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS / HA	NO. EPÍFITAS Y CATÁCEAS TOTALES
1	0.502325	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	80	40
		Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	4	2
		Opuntia robusta	Nopal camueso	480	241
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	376	189
		Tillandsia recurvata	Gallito	400	201
		TOTAL		**1,340**	**673**
5	0.502325	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	80	40
		Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	4	2
		Opuntia robusta	Nopal camueso	480	241
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	376	189
		Tillandsia recurvata	Gallito	400	201
		TOTAL		**1,340**	**673**
9	0.502325	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	80	40
		Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	4	2
		Opuntia robusta	Nopal camueso	480	241
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	376	189
		Tillandsia recurvata	Gallito	400	201
		TOTAL		**1,340**	**673**
12	0.502325	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	80	40
		Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	4	2
		Opuntia robusta	Nopal camueso	480	241
		Tillandsia macdougallii	Magueyito	376	189
		Tillandsia recurvata	Gallito	400	201
		TOTAL		**1,340**	**673**

- **Despalme**

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

Para esta actividad se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos, los que típicamente podrían ser:

- Bulldozer, CAT D6, D7 o similar.
- Motoniveladora.
- Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar.
- Camión Volcador de 12 m3.
- Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar.



Imagen II.15. Ejemplo de la maquinaria para llevar a cabo el despalme.

Actividades posteriores al cambio de uso de suelo como medidas de mitigación

- **Transporte de material orgánico**

Los residuos producto del despalme (material fértil e inerte), se cargarán y transportarán al área de depósito lo más pronto posible. Se realizará simultáneamente a la etapa despalme, el cual, se colocará con

una Cargadora sobre neumáticos CAT 950 o similar y transportará en camiones volteo con capacidad de 6 a 13 m^3.

- **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.

A continuación, se muestra el transporte y la ubicación de este material.



Imagen II.16. Ejemplo del transporte de tierra fértil e inerte.

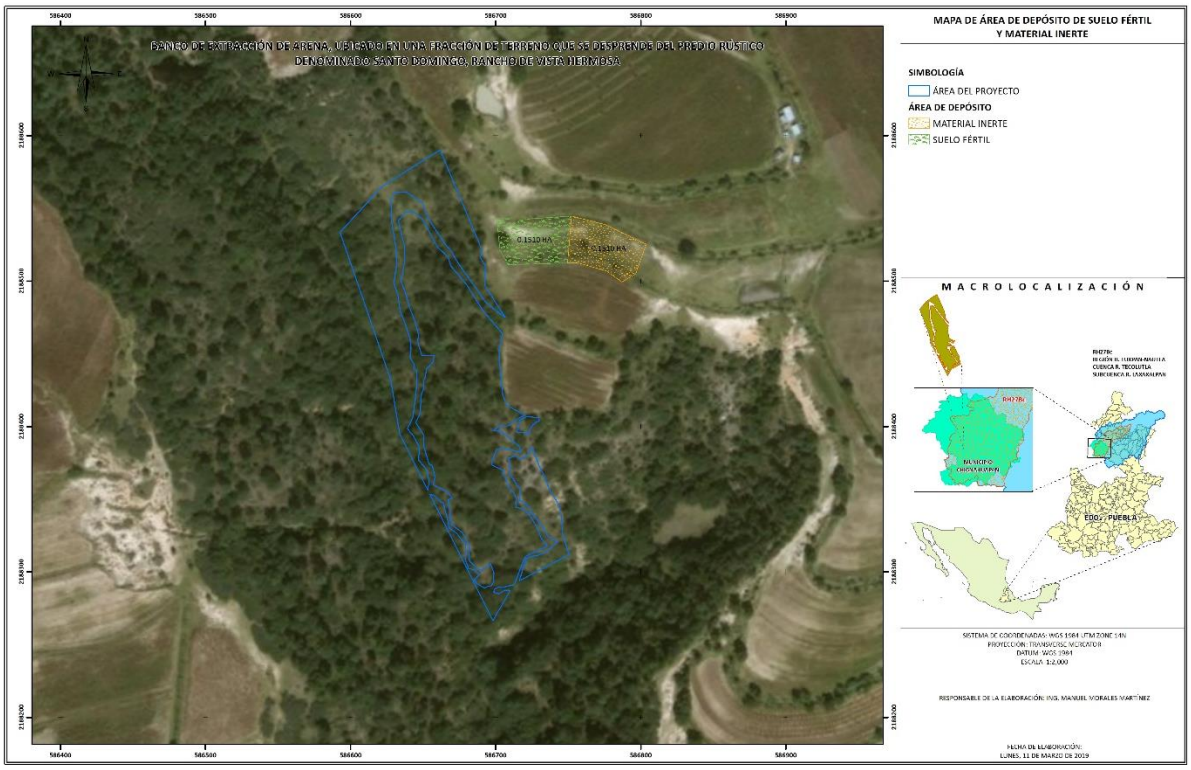


Figura II.17. Ubicación del área de depósito de material fértil e inerte.

Material fértil o materia orgánica:

Para 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 (20,093.00 m^2) y la profundidad aproximada a la que se encuentra el suelo fértil (0.10 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:

$$V = 20{,}093\ m^2 * 0.10\ m$$

$$V = 2{,}009.3\ m^3$$

Recordemos que debido a las características del tipo de suelo (Be+Rd/2 Cambisol eútrico regosol) se tiene una textura franco arcillosa, y de acuerdo al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales[3] se obtuvo una densidad aparente de 1.2 gramos/mililitro. Por lo que al multiplicar los metros cúbicos obtenidos por la densidad nos da como resultado las toneladas a obtener.

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

2,009.3 m^3 * 1.2 gr/ml

V = 2,411.16 Ton.

La disposición final del material resultante del despalme será para las áreas de reubicación de flora si es requerido, o hasta la rehabilitación de las áreas propuestas para aprovechamiento.

Material inerte:

Para la estimación del material inerte a remover, se realizó el mismo procedimiento, pero en cuyo caso tomando una profundidad mayor de 20 centímetros, por lo que el resultado es el siguiente:

V = Área de la base * Altura *(profundidad del suelo)*

Por lo que:

V= 20,093 $m^2 * 0.20\ m$

V = 4,018.6 m^3

Maquinaria a emplear:

Para remover el suelo fértil, se usarán equipos pesados que permitan realizar el movimiento del suelo, así mismo, conforme al cronograma presentado sujeto a evaluación se puede decir que la remoción del material orgánico se llevara a cabo en 4 partes paulatinamente (cada 4 años) en un periodo de 12 años.

El mecanismo es: 1) Rescate de flora y fauna, 2) Desmonte, 3) Extracción de las materias primas forestales, 4) Despalme y remoción del material orgánico, 5) transporte del material orgánico al área destinada y 6) resguardo y mantenimiento.

El equipo y o maquinaria a emplear es la siguiente:

Cuadro II.34. Información de retroexcavadora 416E o excavadora CAT 320 o similar.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Retroexcavadora 416 E (Cantidad 1)	**Puesto del operador** El nuevo y ergonómico estilo automotriz de la estación del operador mejora el entorno del operador. El angosto tablero delantero proporciona excelente visibilidad del cucharón delantero. **Tecnologías integradas** Proporciona fuerzas de excavación líderes en la industria. Su resistente diseño proporciona durabilidad en las aplicaciones más exigentes. Los bordes serrados del brazo ayudan a sujetar mejor los materiales en las aplicaciones de desmonte y demolición. **Productividad potente** La bomba de pistones de desplazamiento variable y las válvulas hidráulicas de flujo compartido detectan la demanda de trabajo y ajustan el flujo y la presión para	La retroexcavadora es una máquina especialmente equipada para el movimiento de tierras, en este caso se utilizara para el empuje de tierras y/o arena hacia adelante o hacia un lado.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
	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.	

Cuadro II.35. Información de camión de volteo 7 o 14 m^3.

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

Cuadro II.36. Información de pipa de agua.

MAQUINARIA	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
Pipa de agua (Cantidad 1)	Camión pipa de agua de 3000 lts., con equipo de gas Instalado, bomba de agua y manguera.	Realizar riegos mensuales de los caminos de acceso y de las zonas donde haya más circulación de la maquinaria pesada, para evitar la contaminación del aire por la dispersión de partículas.

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.2.3.2 Etapa de construcción

En el proyecto no habrá obra civil; solamente se habilitará la infraestructura existente de acuerdo a lo señalado en el punto superficies para obra permanentes.

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

El promovente contempla la extracción de arena: Esta actividad consiste en la extracción del material que cumpla con las características necesarias para su aprovechamiento. La extracción del material será ejecutada a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será adecuada para el tipo de material, además el equipo utilizado se encontrará en óptimas condiciones durante la operación.

La extracción se realizará bajo el método de aprovechamiento por canteras, ya que ha sido el más utilizado respecto al aprovechamiento de materiales a cielo abierto como lo son las explotaciones de materiales industriales, ornamentales y de materiales de construcción.

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

II.2.5. Etapa de abandono del sitio

Para el abandono del sitio se prevén medidas de mitigación, compensación y/o prevención posterior al cambio de uso de suelo como lo son reforestación adicional, obras de conservación (terrazas individuales), reposición de planta (30%), mantenimiento de la reforestación, estabilización de taludes, reincorporación de suelo fértil, rehabilitación del sitio y obras de conservación de suelos, reposición de planta (30%), mantenimiento de la rehabilitación.

II.2.6. Utilización de explosivos

Durante el desarrollo del proyecto no se requerirá del uso de ningún tipo de explosivo, ya que se contempla solo el uso de maquinaria para la extracción de la arena.

II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

La realización del proyecto se divide en 4 actividades de la preparación del sitio en las cuales se tendrá generación de residuos sólidos y líquidos, además de la generación de emisiones atmosféricas, 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.

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 área del proyecto, ya que las actividades de mantenimiento se efectuarán en centros especializados.

A continuación, se presentan las actividades y la generación de residuos que pueden generarse en cada una de ellas:

Cuadro II.37. Residuos orgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación)	Residuos orgánicos	Se generará del material vegetativo que no pueda ser comercializado 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.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
	2. Desmonte			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.
	3. Despalme			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.
	4. Extracción de materias primas			El suelo fértil obtenido del despalme será almacenado en un área específica destinada para tal fin, dentro del predio, para que al final de la vida útil del proyecto sea reincorporado a la superficie del mismo, con el fin de proporcionar nutrientes a las obras de rehabilitación del área aprovechada.

Cuadro II.38. Sólidos inorgánicos.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación)	Sólidos inorgánicos	Se generará del material e insumos que utilicen los trabajadores.	El material inerte obtenido luego del despalme de la superficie del proyecto, será removido y almacenado en un área específica dentro del predio, para después ser reincorporado en la superficie donde fue removido, con el fin de realizar las obras de restauración del sitio.
	2. Desmonte			Se realizará el almacenamiento de los residuos sólidos en contenedores y bolsas de plástico, ubicados estratégicamente.
	3. Despalme			Se evitará que los contenedores se saturen para evitar la dispersión de basura fuera de ellos.
	4. Extracción de materias primas			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.39. Residuos líquidos

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS	ACCIONES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS
Preparación del sitio - cambio de uso de suelo	1. Señalización (Delimitación)	Residuos líquidos	El desarrollo del proyecto requerirá de trabajadores durante un periodo aproximado de 144 meses, lo que implica la generación de aguas residuales sanitarias.	La renta de sanitarios portátiles donde se asegurará de que las descargas provenientes sean vertidos en sitios autorizados.
	2. Desmonte			Se contempla la colocación de baños portátiles (1 por cada 15 trabajadores), la cual será contratada a través de una empresa autorizada para tal fin.
	3. Despalme			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.
	4. Extracción de materias primas			

Cuadro II.40. Emisiones a la atmósfera

ETAPA	ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS	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	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, la NOM-045-SEMARNAT-2006.

II.3 Bibliografía

[1] 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.

[2] 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.

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

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS 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 5
III.2 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES (ANP´S) Y ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 6

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP´S) 6
III.2.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 7
III.3 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES 12

III.3.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 12
III.3.2 PLAN DE DESARROLLO ESTATAL DE PUEBLA. 13
III.3.3 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CHIGNAHUAPAN. 14
III.3.4 EL PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE PUEBLA 15
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM'S) 17

III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 18

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 18
III.5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). . 19
III.5.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) PUBLICADA EN EL DOF EL 05-06-2018. 20
III.5.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) 23
III.5.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 25
III.5.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 25
III.5.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 26
III.5.8 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 26
III.5.9 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES. 27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto. 3
Cuadro III.2. Estrategias de las Unidades Ambientales en la que se ubica el proyecto. 4
Cuadro III.3. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración actual en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024. 12
Cuadro III.4. Vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan a seguir por la administración en el Plan Estatal de Desarrollo. 14
Cuadro III.5. Escenarios programados por SUAS para el 2025. 16
Cuadro III.6. Estrategias de las Unidades Ambientales en la que se ubica el proyecto. 17
Cuadro III.7. Vinculación del proyecto con Normas de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaria del Trabajo aplicables al proyecto. 17
Cuadro III.8. Vinculación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el proyecto. 19
Cuadro III.9. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 20
Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 21
Cuadro III.11. Vinculación del proyecto con la LGVS. 23
Cuadro III.12. General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 25

Cuadro III.13. Vinculación del proyecto con el REIA. 26
Cuadro III.14. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 26
Cuadro III.15. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 26
Cuadro III.16. Estatus de las especies de flora enlistadas de acuerdo al convenio de CITES. 29
Cuadro III.17. Estatus de una especie de fauna enlistada de acuerdo al convenio de CITES. 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 16.10 Y UAB 57 definidas en el POEGT (regional). 2
Figura III.2. Ubicación del Proyecto en la Región Ecológica 16.10 y UAB 57 definidas en el POEGT (local). 2
Figura III.3. Ordenamientos en el Estado de Puebla. 5
Figura III.4. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto. 7
Figura III.5. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto. 9
Figura III.6. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto. 10
Figura III.7. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto. 11

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 Chignahuapan, en el estado de Puebla, se encuentra establecido en la Unidad Ambiental Biofísica 57, región 16.10, denominada *Depresión de Oriental*. Por lo anterior, se describen las características de la misma en el siguiente cuadro y se encuentra representada en las siguientes figuras.

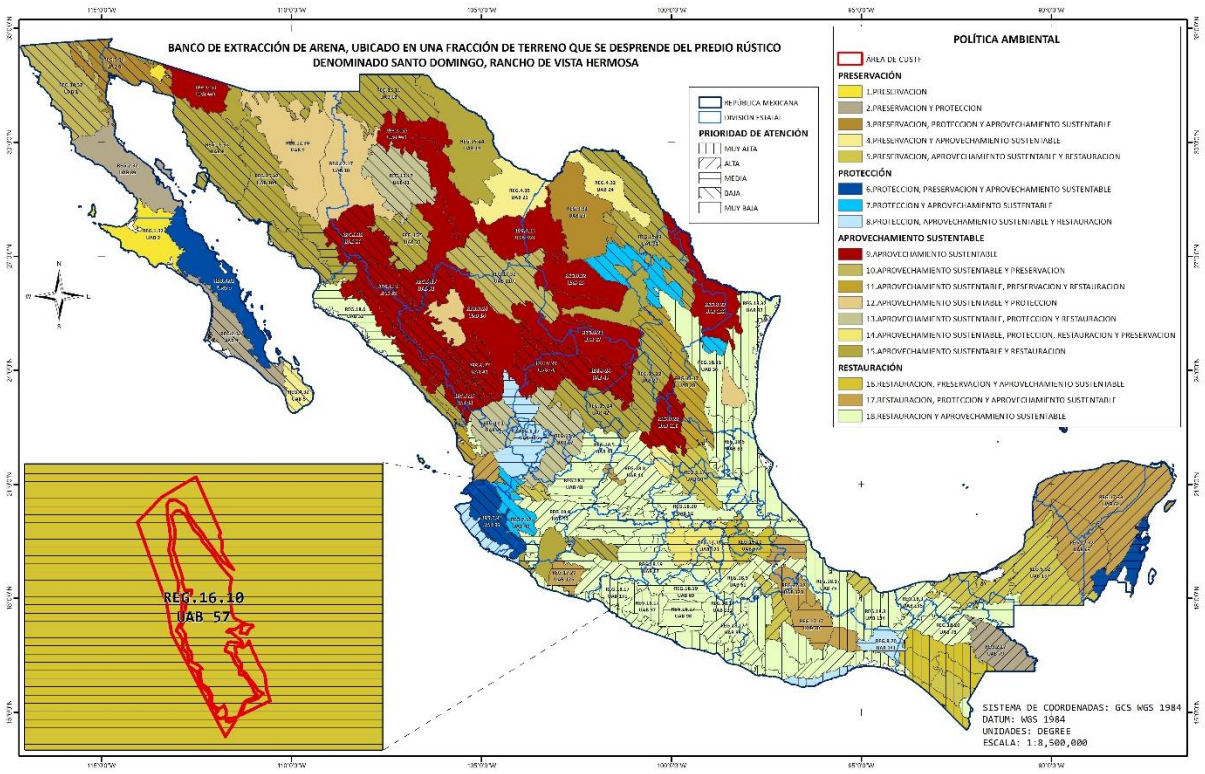


Figura III.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 16.10 Y UAB 57 definidas en el POEGT (regional).

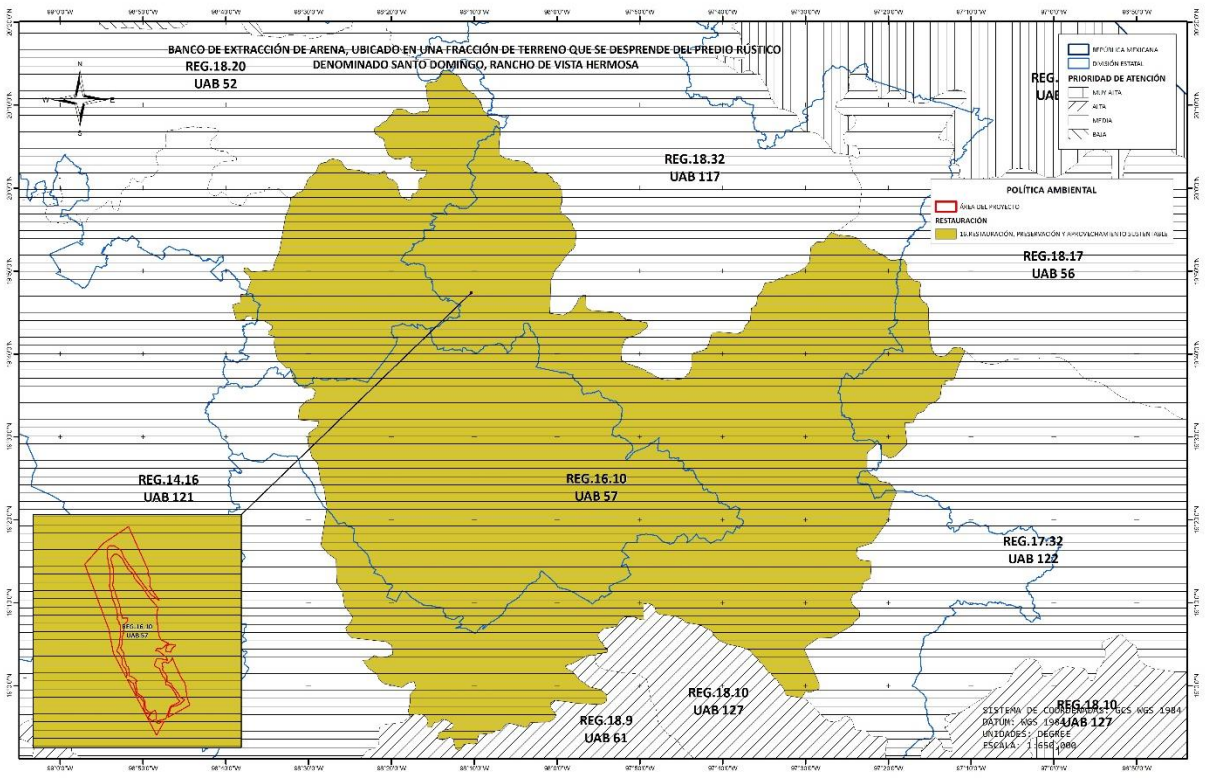


Figura III.2. Ubicación del Proyecto en la Región Ecológica 16.10 y UAB 57 definidas en el POEGT (local).

Cuadro III.1. Descripción de la Unidad Ambiental que comprende el proyecto.

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10					
Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 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. 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 critico			
Política Ambiental		**Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable**			
UAB	**Reactores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
57	Desarrollo Social-Turismo	Agricultura	Ganadería-Minería	CFE-Industria - Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.
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 bioenergéticas bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.			

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10	
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. 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, se realiza a continuación la vinculación con el proyecto.

Cuadro III.2. Estrategias de las Unidades Ambientales 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 en la etapa de preparación del sitio se removerán individuos para ello previa a la realización del cambio de uso de suelo se llevará a cabo el ahuyentamiento de especies de fauna, el rescate y reubicación de estas y el rescate y reubicación de flora, todo ello para la protección y conservación de los recursos naturales de la zona, para no poner en riesgo la biodiversidad de la misma, además de que al finalizar la extracción del material, se llevará a cabo la rehabilitación del área.
	2	Recuperación de especies en riesgo.	En la etapa de preparación del sitio se removerán especies de flora y fauna de las cuales en la NOM-059 no se encontró ninguna especie catalogada con algún estatus dentro de esta norma; y una parte de la política del promovente es respetar la biodiversidad. Sin embargo 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.
	3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Como ya se mención anteriormente para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la remoción de individuos, para ello previo al cambio de uso de suelo se realizará el ahuyentamiento de especies de fauna y se realizaran recorridos de campo en el área de estudio con la finalidad

U.A.B. 57			
Características del Grupo	**No**	**Estrategia** / **Descripción**	**Vinculación con el proyecto**
Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
			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-SEMARNAT-2010, para posteriormente ser rescatadas y reubicadas, esto con la implementación de un programa de rescate y reubicación.
Protección de los ecosistemas.	12	Protección de los ecosistemas.	En la etapa de preparación del sitio se removerán individuos de especies de flora y fauna y se realizará el despalme, lo que provocará una erosión del suelo, para proteger el ecosistema y mitigar esta erosión se considerarán medidas y obras que controlen, mitiguen y prevengan el daño al ecosistema las cuales se describen en el capítulo VI del presente proyecto.
Restauración.	14	Reforestación de los ecosistemas forestales con suelos erosionados	Como ya se mencionó en el punto anterior, con la realización del proyecto se provocará una erosión, la cual para contrarrestarla se desarrollará un programa de rehabilitación del área del proyecto y un programa de 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.

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.

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento/Ligas	Cambio Climático (1)
Puebla				
Puebla	Municipio de Cuetzala del Progreso	PO. 3/dic/2010	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso	
Puebla	Volcán Popocatépetl y su zona de influencia del Estado de Puebla	PO. 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)	

Figura III.3. Ordenamientos en el Estado de Puebla.

Fuente: SEMARNAT.

En el municipio de Chignahuapan existe un Programa de Ordenamiento Ecológico (Gaceta Municipal 2014-2018) que establece los lineamientos, las estrategias ecológicas y criterios de regulación ecológica en Chignahuapan. Sin embargo, el promovente pidió opinión técnica en el mes de Marzo de 2019 sobre dicho programa, (oficio mediante el cual el PRESIDENTE MUNICIPAL señala que *"no se encontró ningún documento que sustente la aplicación de los lineamientos y estrategias ecológicas contenidas en dicho programa"* de fecha 6 de junio de 2019 (**ANEXO 5. OFICIO PRES.MUN.**).

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: **Z.P.F.V. la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa** que se encuentra a 30.90 km, **Xicoténcatl** a 50.94 km y el ANP denominada **La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl** a 52.74 Km; mismas que se representan en la siguiente figura.

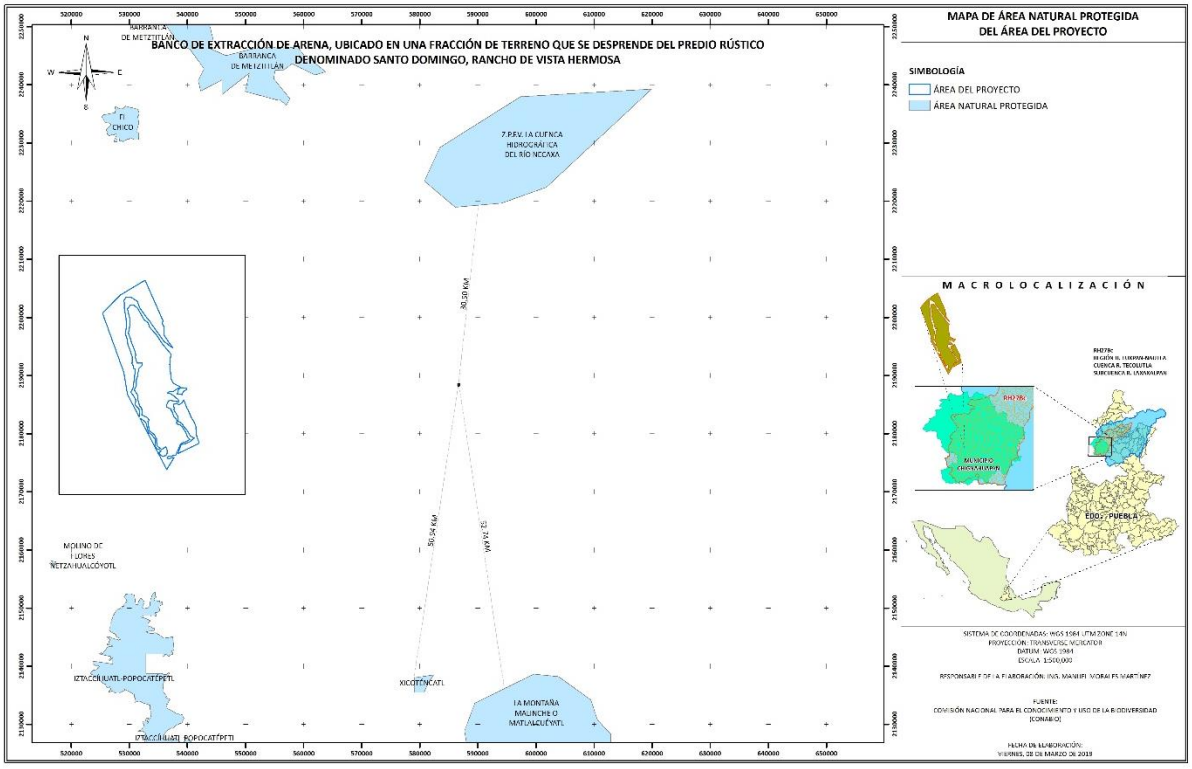


Figura III.4. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto.

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 en la RHP-76 "Río Tecolutla".

A continuación, se presenta la ficha técnica correspondiente a la RHP-76 denominada Rio Tecolutla

76. RÍO TECOLUTLA

Estado(s): Veracruz y Puebla **Extensión**: 7 950.05 km^2

Polígono: Latitud 20°28'48" - 19°27'36" N

Longitud 98°14'24" - 96°57'00" W

Recursos hídricos principales

- **lénticos**: Presa Necaxa, estuario, laguna costera, marismas
- **lóticos:** Ríos: Tecolutla, Necaxa, Laxaxalpa, Apulco y Tejocotal, arroyos

Geología/Edafología: Rodeada por las sierras de Huachinango al este y Zacapoaxtla al sur; suelos pobres, poco profundos con pendientes pronunciadas tipo Regosol, Luvisol, Feozem, Vertisol y Cambisol.

Características varias: Clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la parte alta de la cuenca; cálido húmedo y subhúmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la cuenca baja. Temperatura media anual de 14-26 °C. Precipitación total anual de 1 200 hasta más de 4 000 mm; evaporación de 1,064-1,420 mm.

Principales poblados: Cuetzalan, Zacapoaxtla, Zapotitlán, Huauchinango, Tajín, Tecuantepec, El Espinal, Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Cazones, Coatzintla, Chumatlán, Poza Rica.

Actividad económica principal: agricultura, ganadería, pesca y turismo.

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar en la cuenca baja. Alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca. Flora característica: *Brosimumalicastrum, Bursera simaruba, Cedrelaodorata, Coccolobabarbadensis, Crotonpuntactus, Diphysarobinioides, Enterolobiumcyclocarpum, Ipomoeaimperati, Palafoxialindenii, Panicumrepens, Sesuviumportulacastrum, Sporobolusvirginicus.* Fauna característica: de peces *Astyanaxfasciatus, Cathorops aguadulce, Gambusiarachowi, Gobiomorusdormitor, Ictiobusbubalus*; de aves *Ajaiaajaja, Eudocimusalbus, Casmerodiusalbus, Mycteria americana, Egrettathula*. Endemismo del pez *Heterandria*sp.; de crustáceos *Procambarus (Ortmannicus) gonopodocristatus*, *Procambarus (Ortmannicus) villalobosi, Procambarus (Paracambarus) ortmanii, Procambarus (Paracambarus) paradoxus, Procambarus (Villalobosus) cuetzalanae, Procambarus (Villalobosus) erichsoni, Procambarus (Villalobosus) hortonhobbsi, Procambarus (Villalobosus) xochitlanae y Procambarus (Villalobosus) zihuateutlensis;* del ave *Campylorhynchusgularis.* Especies amenazadas: de peces *Gambusiaaffinis, Ictalurusaustralis*; de aves *Accipiterstriatus, Aulacorhynchusprasinus, Ciccabavirgata, Cyanolycacucullata.*

Limnología básica e Indicadores de calidad de agua: ND

Aspectos económicos: pesquerías de ostión, peces y crustáceos Macrobrachium acanthurus y M. carcinus; actividad turística; agricultura de temporal y cultivos de vainilla, café, pimienta y cítricos. Presencia de recursos estratégicos como petróleo. Abastecimiento de agua para riego y uso urbano.

Problemática:

- Modificación del entorno: desforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo.

- Contaminación: por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla. Coliformes en las cuenca baja y media.
- Uso de recursos: existen recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego.

Conservación: Preocupa la tala inmoderada en la cuenca alta y se requiere de un control de coliformes en la cuenca media y baja. Se considera uno de los ríos mejor conservados de Veracruz. Faltan conocimientos generales de la zona.

Vinculación: No se encuentra ninguna condición restrictiva para llevar a cabo el aprovechamiento de arena en esta región, sin embargo, para evitar el incremento en la problemática ambiental a nivel regional, se realizarán acciones enfocadas a la conservación, de esta manera evitar la afectación al ambiente en la medida de los posible a raíz de la ejecución del proyecto.

A continuación, se presenta la ubicación del área del proyecto dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP)-76 Río Tecolutla, así como aquellas cercanas al área del proyecto.

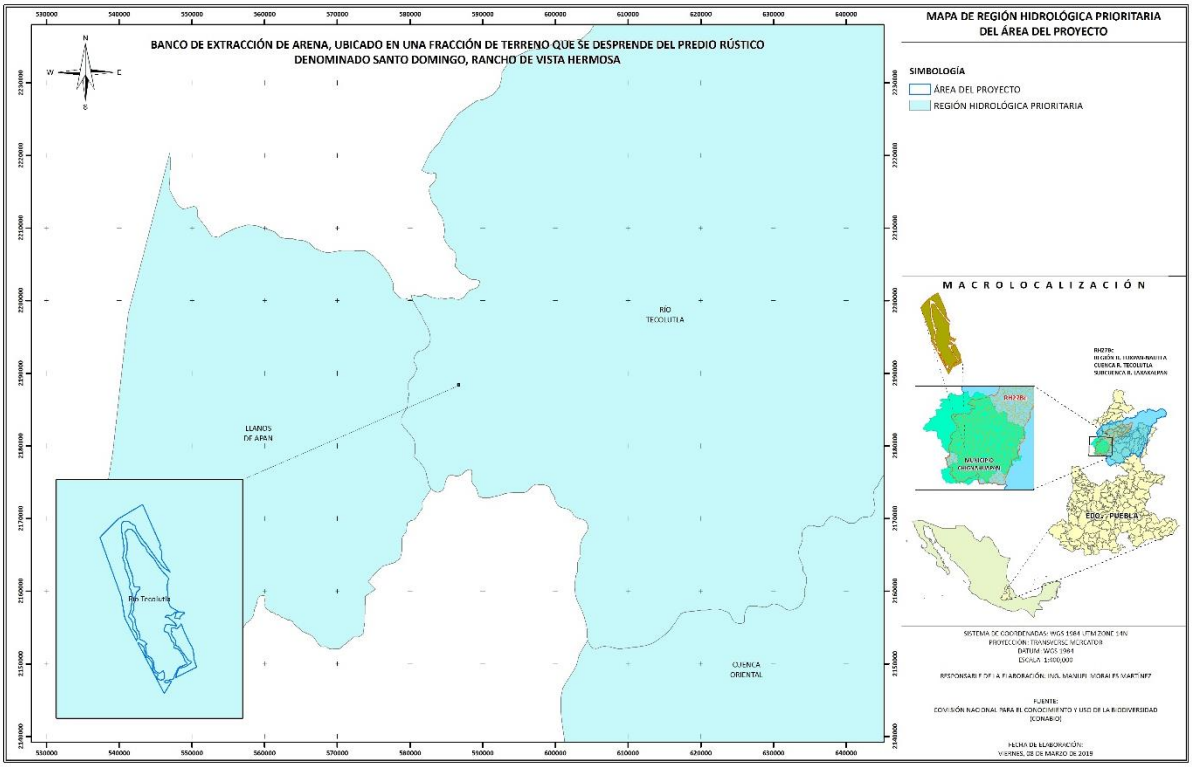


Figura III.5. Regiones hidrológicas prioritarias cercanas al proyecto.

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. La más cercanas son: la **RTP-102 Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental** a 17.33 km, la **RTP Sierra Nevada a 51.18** km y la RTP **Cuetzalan** a 56.23 Km; mimas que se aprecian en la siguiente figura.

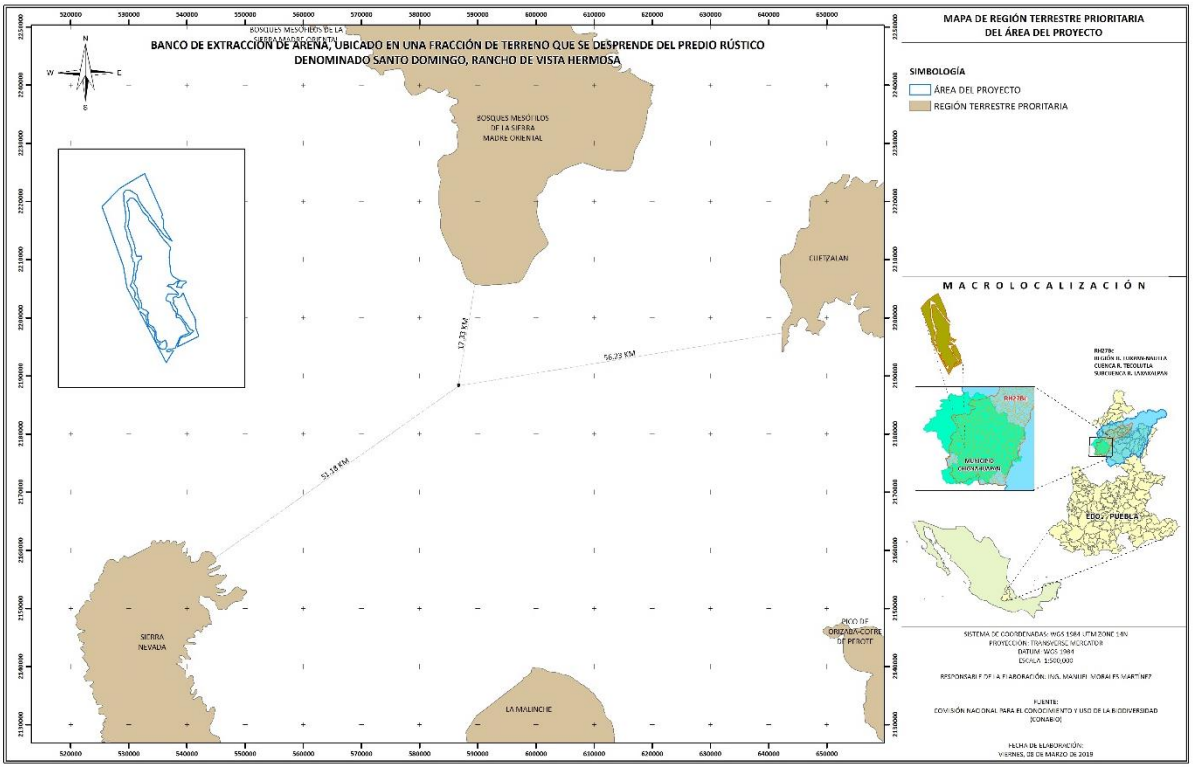


Figura III.6. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

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 ningún Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). La más cercana es el AICA **Subcuenca Tecocomulco** a 23.04 km y el AICA **La Malinche** a 43.99 km, mismas que se muestran en la siguiente figura.

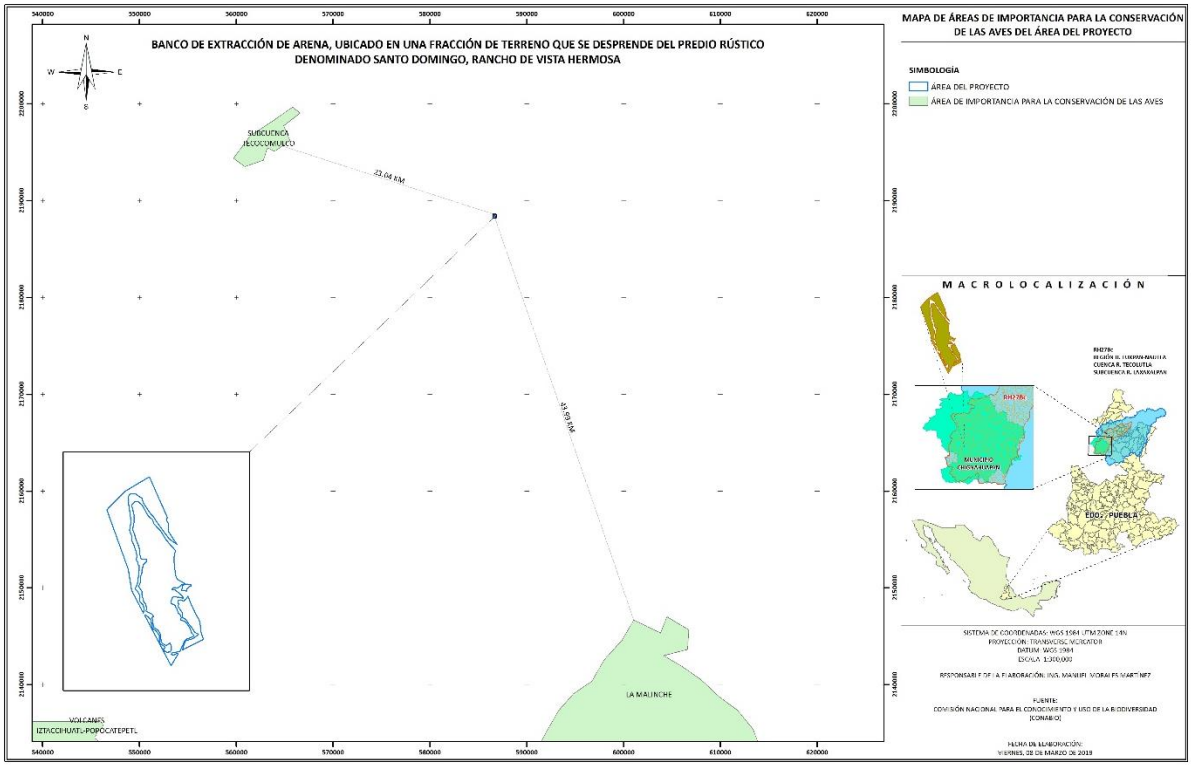


Figura III.7. Ubicación de AICA´s cercanas al área del proyecto.

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.3. 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. 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.	Recordando que para la realización del proyecto en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la remoción de individuos de flora sólo en el área del proyecto, cuidando la no afectación a áreas aledañas, con el fin de conservar la vegetación existente en el área se realizará el rescate y reubicación de especies, de igual manera se llevará a cabo un programa de reforestación cercano al área del proyecto, con especies similares, también se realizará la rehabilitación del área mediante un programa de rehabilitación, con especies que se encuentran en el área del proyecto, con el fin de tener un área similar a la original. Para la conservación y protección de las especies de fauna, se implementará un programa de rescate y reubicación de esta, por lo que en caso de encontrarse fauna en el área del proyecto, esta será rescatada y reubicada.

III.3.2 PLAN DE DESARROLLO ESTATAL DE PUEBLA.

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo, y una justa distribución del ingreso y la riqueza, que permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos y grupos sociales, el estado de Puebla y sus municipios, a través del Plan Estatal de Desarrollo, velara por la estabilidad de las finanzas para generar mejores condiciones para el desarrollo económico, social, político y cultural de la entidad. El Plan Estatal de Desarrollo es presentado y aprobado dentro de los 120 días del actual periodo Constitucional, en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla. Se trata de un documento responsable que tiene un diagnóstico profundo de las necesidades del Estado, el cual está enriquecido con la iniciativa de la población y que, a su vez, lo hace plural e incluyente, mediante la intervención en los Foros de Participación Ciudadana que para tal efecto se implementaron en las 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.4. 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 de la biodiversidad de los servicios ambientales. 33. Implementar acciones que mitiguen las causas y efectos del cambio climático en las regiones.	Como ya se mencionó anteriormente, con la implementación del proyecto se removerá vegetación, con la finalidad de conservar las especies que se encuentran en el área, como medida de mitigación se propone llevar a cabo una reforestación cercana al proyecto, con las especies similares a las que serán afectadas además de establecer terrazas a cada una de las plantas a reforestar, las cuales tienen como finalidad, controlar erosión, favorecer infiltración, conservar humedad y favorecer el crecimiento de la planta, lo que nos ayuda compensar los servicios ambientales. Además de realizar la reforestación cercana al proyecto, también se realizará la rehabilitación del área del proyecto mediante una reforestación con especies que presentaban mayor abundancia en el proyecto, acompañada del establecimiento de terrazas individuales, lo que ayudará a que se generen condiciones similares a las que encontraba el área del proyecto, ayudando a contrarrestar el cambio climático. 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.

III.3.3 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CHIGNAHUAPAN.

Las acciones encaminadas a enfrentar los retos que se presentan en el ciclo administrativo del Municipio, encuentran sustento también en los diferentes objetivos y estrategias planteados a nivel Nacional y Estatal. Bien lo menciona el Plan Nacional de Desarrollo en sus líneas textuales; es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la administración pública. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los programas, instituciones y regiones que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan de Desarrollo Nacional. El plan estratégico de desarrollo municipal, es un documento que sintetiza los anhelos y aspiraciones de la sociedad, en el que los diversos ejes reactores nutrirán la visión del municipio que todos los Chignahuapenses quieren. A través de las acciones y programas de cada uno de los ejes, se sentarán las bases que permitirán alcanzar un nuevo estado de desarrollo para el municipio.

Se consultó en oficinas de Contraloría Municipal de Chignahuapan y el encargado informo que el documento está en elaboración, debido a que es una nueva administración. Por lo que el presente proyecto **NO SE VINCULA** puesto que el plan de desarrollo municipal está en ***proceso de elaboración***.

III.3.4 EL PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE PUEBLA

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla, validado el 12 de enero del 2018, 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 Chignahuapan, en el estado de Puebla, se encuentra en el Sistema Urbano Ambiental Sustentable – SUAS Zacatlán, Subsistema Urbano Sustentable – SUBUS Chignahuapan. Por lo anterior, se describen las características de las mismas:

Sistema Urbano Ambiental Sustentable -SUAS- Zacatlán.

Se sitúa sobre la Sierra Norte de Puebla; cuenta con una superficie de 2,011 km², representando el 5.86 % del territorio estatal. Este SUAS constituido por 7 municipios, Ahuacatlán, Aquixtla Chignahuapan Cuautempan, Tepetzintla y Tetela de Ocampo, Zacatlán, se liga con la parte central del Estado, atravesando el Estado de Tlaxcala y se comunica con el SUAS Huauchinango a través de la carretera federal No.130 y la carretera de cuota Tlaxco–Tejocotal que permite la intercomunicación con la carretera federal México–Tuxpan, lo que lleva a establecer la adecuada accesibilidad e interconexión de este SUAS.

Presenta topoformas de carácter montañoso como lomeríos, llanuras de piso rocoso, lomerío de tobas, meseta basáltica, lomerío de basalto, sierra volcánica con estrato volcanes aislados. Con suelos del tipo cambisol eútrico, feozem háplico, andosol mólico, luvisol crómico, cambisol crómico; con una clase de textura media y fina; y mínimas partes de depósito reciente; sobre suelos de tipo feozem lúvico, feozem calcárico, regosol calcárico, cambisol eútrico, feozem háplico, andosol órtico, andosol mólico, y luvisol crómico; con una clase de textura media y fina. Su litología se compone de rocas sedimentarias y rocas ígneas extrusivas.

El clima dominante que prevalece es el Templado: tipo semicálido húmedo con lluvias todo el año con temperatura media anual alta en la parte Norte que oscila de los 18° C. a los 26° C. y en la parte Sur con temperatura media que oscila de los 10° C. a los 18° C. Y la precipitación pluvial anual es de 1,200 a 2,500 mm., en la zona Norte y de 300 a 1,200 mm., en la zona Sur.

El mayor aprovechamiento del territorio está destinado a la agricultura de humedad (temporal), con alrededor de un 60% y áreas dispersas de bosque con alrededor de un 40% de su superficie. Con una producción forestal anual de 145,140.94 m³/rollo (53.92%) ocupando el 1er. lugar en el Estado. Cuenta con agricultura principalmente de temporal con predominio de especies sembradas de cebada con 7,291 ha (29.54%), maíz con 37,670 Ha (6.67%), manzana con 2,400 Ha (34.65%) y áreas cafetaleras con 1,355 Ha que equivalen al 1.83% del Estado.

El grado de Desarrollo Urbano del SUAS se puede medir, entre otras variables, con el tamaño de la población que se dedica a las actividades urbanas, es decir principalmente a las del sector terciario, y en menor medida, al secundario. Mientras que a nivel estatal, el 27.91% de la población se dedica a las actividades primarias, en el SUAS Zacatlán, más del 40% de la población se dedica a ellas. Cuando se revisan los centros de población, con excepción de los principales ya mencionados; en el resto, más de la mitad de la población se dedica a las actividades primarias.

Subsistema Urbano Sustentable –SUBUS Chignahuapan.

Este SUBUS está constituido por 3 municipios Aquixtla, Chignahuapan y Tetela de Ocampo. Para el subsistema el nivel de desarrollo es de medio y bajo, habrá que recurrir a desarrollar nuevas actividades como las turísticas. En cuanto a la infraestructura presenta los siguientes promedios porcentuales deficitarios de la infraestructura básica, en agua potable 31%, en drenaje 57%, en energía eléctrica 16%, la vivienda en malas condiciones de habitabilidad el 8.79 por ciento de promedio, de equipamiento en educación media superior y superior se cubre la demanda con 21 unidades; en asistencia social se atiende al subsistema con 166 Unidades Auxiliares de Salud, 1 Unidad del IMSS, y 1 Centro de Salud Urbano; en seguridad pública se cuenta con 1 Centro de Coordinación Regional y 2 Delegaciones de Seguridad Vial para atender a 264 localidades y una población total de 83,381 habitantes.

Por lo anterior, el Programa Estatal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla, establece los siguientes planteamientos estratégicos:

Cuadro III.5. Escenarios programados por SUAS para el 2025.

SUAS: Zacatlán
Ámbito: Urbano
▪ Lograr una eficiente organización del territorio del SUAS, sobre todo a través de las comunicaciones como elemento generador del desarrollo urbano sustentable. ▪ Desarrollar el corredor Zacatlán-Chignahuapan aprovechando su potencialidad para los usos urbanos. ▪ Implementarla capacitación, desarrollo y transferencia tecnológica. ▪ Cuenta con potencial turístico en casi todo el territorio debido a la topografía y medio natural. ▪ Respetar las costumbres y formas de vida de la población. ▪ La acción institucional y social, tendrá elevados niveles de eficiencia y articulación. ▪ La población percibirá al SUAS como una zona de oportunidades y que ofrece posibilidades de una existencia digna, así como de desarrollo personal.
Ámbito: Ambiental
▪ Recuperar el uso sustentable de los recursos naturales. ▪ La economía regional estará un poco más diversificada, a fin de depender menos de las actividades agropecuarias y ofrecer mayores y mejores empleos a la población. ▪ Fomentar la organización productiva. ▪ Se habrá revertido el deterioro de los recursos naturales y estará vigente una vigorosa política para su protección y uso sustentable. ▪ Implementar programas de emergencias en grupos vulnerables, en caso de contingencias ambientales.

Considerando las estrategias plasmadas en el ámbito ambiental del Sistema Urbano Ambiental Sustentable Zacatlán, se realiza a continuación la vinculación con el proyecto.

Cuadro III.6. Estrategias de las Unidades Ambientales en la que se ubica el proyecto.

Ámbito	No	Estrategia (descripción)	Vinculación con el proyecto
Ambiental	1	Recuperar el uso sustentable de los recursos naturales.	Al realizar el proyecto (extracción de arena) se considerarán medidas y obras que prevengan mitiguen y/o compensen el daño a los recursos naturales.
	2	La economía regional estará un poco más diversificada, a fin de depender menos de las actividades agropecuarias y ofrecer mayores y mejores empleos a la población.	Se generara fuentes de empleo regionales durante el desarrollo del proyecto.
	3	Fomentar la organización productiva.	La extracción de arena como una alternativa de producción.
	4	Se habrá revertido el deterioro de los recursos naturales y estará vigente una vigorosa política para su protección y uso sustentable.	Se implementarán acciones de desarrollo sustentable minero, mecanismos de control y reducción de impactos ambientales en las diferentes etapas del proyecto.
	5	Implementar programas de emergencias en grupos vulnerables, en caso de contingencias ambientales.	El proyecto contempla la realización de acciones de protección y conservación de los recursos naturales de la zona, para no poner en riesgo la biodiversidad de la misma. Se desarrollará un programa de reforestación con especies nativas y conservación de suelos en las áreas que sean susceptibles a erosión.

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.7. 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.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de	Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios de vehículos automotores en circulación que usan diésel, unidades de verificación y autoridades competentes. Se	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.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON NOM'S SEMARNAT		
vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que influyan diésel como combustible.	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.	
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.
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 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.	Es de observancia obligatoria en todo el 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.	Previo al desarrollo del proyecto se realizará la 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 realizarán programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especies susceptibles, así como de aquellas que se encuentra dentro de alguna categoría en caso de encontrarse, puesto que durante el muestreo no se encontraron especien enlistadas en la NOM.
SEGURIDAD		
NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Aplica en el uso de equipo de protección personal.	Para la operación del proyecto, se busca cumplir con las normas de seguridad e higiene necesarias y suficientes, para que los trabajadores desarrollen sus actividades con la protección adecuada y en condiciones seguras.

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.8. 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. Tanto 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. Capítulo VI de la presente manifestación, como la integración del Programa de Vigilancia Ambiental detallado en el Capítulo VI, están encaminadas a garantizar la protección del ambiente y cumplir, en la medida de lo posible, con este precepto constitucional.
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 proyecto se llevará a cabo a través del uso sustentable de los recursos naturales y se considera un incremento en la productividad minera de la región.

III.5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

La LGEEPA fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de Enero de 1998, años más tarde fue reformada y publicada en el DOF el 7 de Enero de 2000, cuya finalidad es garantizar que la población mexicana viva en un ambiente sano y limpio para su desarrollo, salud y bienestar; puntualizar los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación, así como también la preservación y protección de la biodiversidad, la gestión adecuada de las áreas naturales protegidas, y el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de tal manera que se pueda obtener beneficios económicos y la prevención del medio ambiente mediante el desarrollo sustentable. Algunos de los artículos de esta ley, aplicables al proyecto, se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro III.9. 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 2.0093 ha.
Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **VII.** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas	Dentro del área del proyecto se encuentra vegetación forestal de bosque de encino, que será afectada por la realización del proyecto en una superficie de 2.0093 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 arena, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.
Artículo 121	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	El proyecto contempla la colocación de un baño portátil y se le dará mantenimiento periódicamente durante todo el proceso del proyecto.
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos, III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	Durante las diferentes etapas del 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.10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE		
ARTÍCULO	**ESPECÍFICACIONES**	**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 y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas. **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;	En el área del proyecto se determinó con presencia de vegetación forestal, correspondiente a bosque de encino, se encontró vegetación característica de este tipo de vegetación como lo es: *Arbutus xalapensis, Buddleja cordata, Juniperus deppeana, Nolina longifolia, Pinus rudis, Quercus crassipes, Quercus dysophylla, Baccharis conferta, Panicum hallii, Helianthemum glomeratum, etc…*
Artículo 93.	La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada. En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite	El proyecto requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 2.0093 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 para reducir los impactos generados sobre el área del proyecto.

	fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	

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.11. 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 1 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 de la manifestación, 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, que compensa y minimiza 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.
Título V Disposiciones comunes para la conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre			**VINCULACIÓN**

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)		
Capítulo I Disposiciones Preliminares		
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.

Cuadro III.12. 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, 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 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.13. 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	**ESPECIFÍCACIONES**	**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 2.0093 hectáreas, por lo que se somete a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental. La comunidad vegetal en el sitio corresponde a bosques templados, representada con tipo de vegetación de bosque de encino.

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

Cuadro III.14. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

ARTÍCULO	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Artículo 2	Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por: V. **Bosque**, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.	Como se menciona en el artículo 7 de la LGDFS se identificó un polígono de bosque de encino, esta fracción del artículo nos sirve para definir el tipo de vegetación a afectar por la realización del proyecto. Lo que le aplica de esta definición es la predominancia de especies leñosas y que tiene una cobertura de copa mayor al 10% de la superficie en la que se encuentran.

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

Cuadro III.15. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACION DEL PROYECTO**
Título Primero Disposiciones Generales		**VINCULACIÓN**
Capítulo Único		
Artículo 1	El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.	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 de proyecto, por lo tanto, se debe tomar en cuenta para determinar las

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
ARTÍCULO	**ESPECIFICACIONES**	**VINCULACION DEL PROYECTO**
		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[1], distribuida en 142 sitios catalogados en la Lista de Ramsar.

En la consulta que se realizó en el portal de la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO) se identificó que en el área donde se pretende ubicar el proyecto no se localiza ningún sitio RAMSAR. El más próximo está ubicado a 21.15 km del proyecto, denominado Laguna de Tecocomulco y a 23.19 km del proyecto, el denominado Presa de Atlangatepec, a continuación se muestra la ubicación.

[1] Sitios RAMSAR en México consultado en: http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php

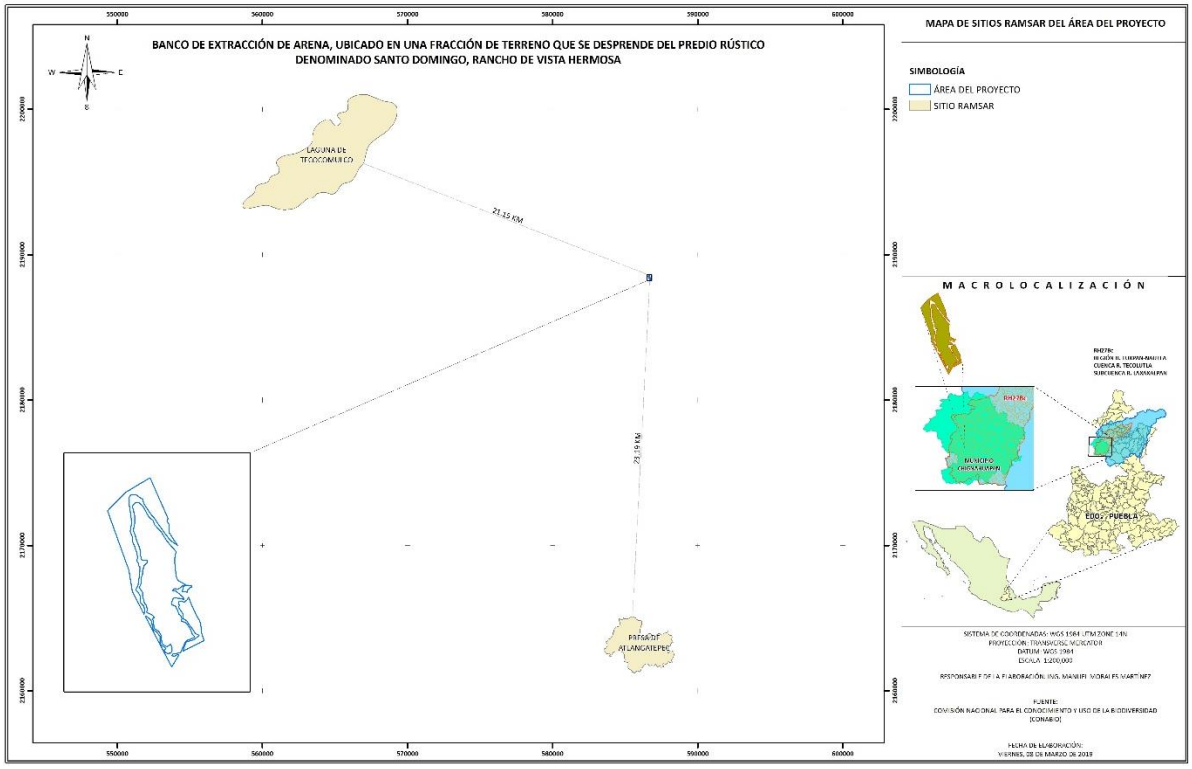


Figura III.8. Ubicación de los sitios Ramsar.

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.

A continuación se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, en sus siglas CITES; registradas en bosque de encino en el AP.

Cuadro III.16. Estatus de las especies de flora enlistadas de acuerdo al convenio de CITES.

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
FAMILIA	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	**II**
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	**II**
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	**II**

Cuadro III.17. Estatus de una especie de fauna enlistada de acuerdo al convenio de CITES.

AVIFAUNA			
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	**II**

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 hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos".

Dentro de los corredores biológicos Mesoamericanos se encuentran los siguientes:

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

Sin embargo, como se muestra en la figura siguiente, el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún corredor biológico, el más cercano es el de Oaxaca ubicado a 215.42 km.

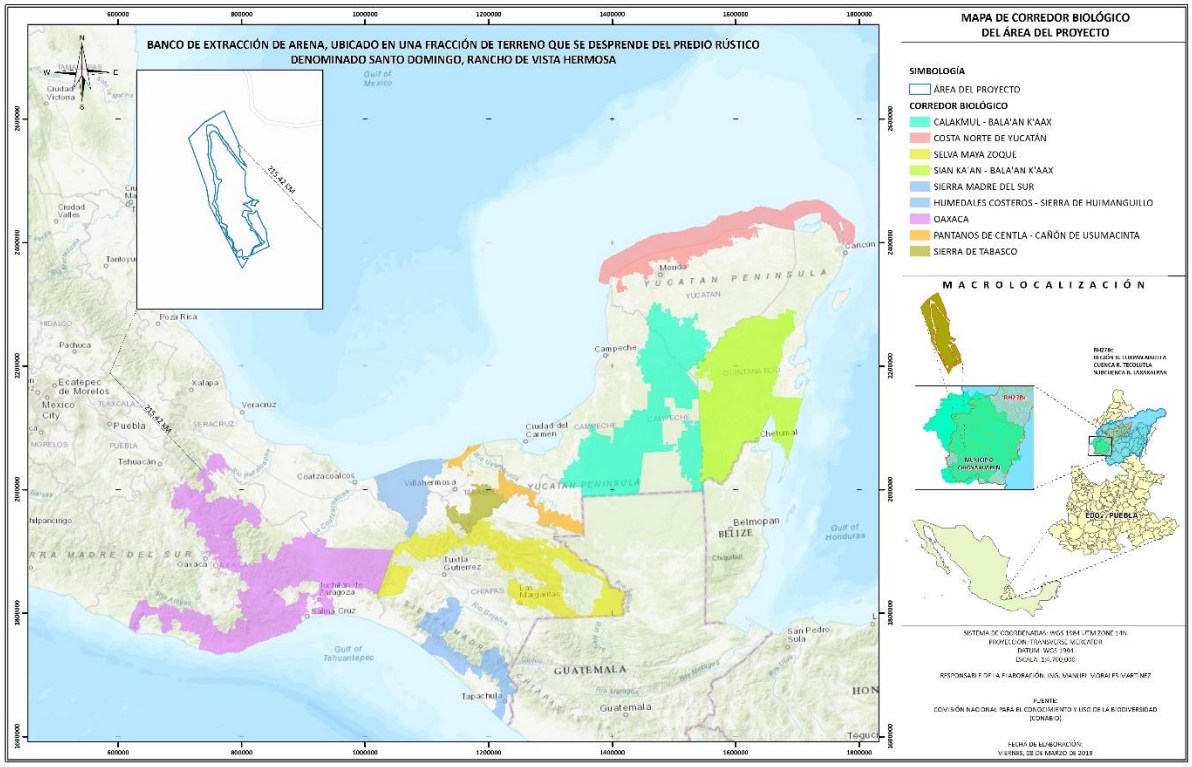


Figura III.9. Corredor biológico cercano al área del proyecto.

Nota: Se anexa cartografía del documento en el **ANEXO 13. ANEXO CARTOGRÁFICO, CAPÍTULO III.**

CAPÍTULO IV

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

ÍNDICE GENERAL

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 1

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. 1
IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 2
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTA 4
IV.3.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL 4
IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO 6
IV.3.1.1.1 CLIMA 6
IV.3.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 8
IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 18
IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA 41
IV.3.1.1.5 HIDROLOGÍA 45
IV.3.1.1.5.1 SUPERFICIAL 45
IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA 51
IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO 57
IV.3.1.2.1 VEGETACIÓN 57
IV.3.1.2.1.1 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA 82
IV.3.1.2.2 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES 110
IV.3.1.2.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA 110
IV.3.1.2.3 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA. 115
IV.3.1.2.3.1 DIVERSIDAD ALFA 140
IV.3.1.2.3.2 DIVERSIDAD BETA 168
IV.3.1.2.3.3 DIVERSIDAD GAMMA 181
IV.3.1.2.4 BIODIVERSIDAD 182
IV.3.1.2.4.1 ÁREAS DESTINADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 194
IV.3.1.2.5 ECOSISTEMAS 222
IV.3.1.2.5.1 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES 229
IV.3.1.2.6 FAUNA 235
IV.3.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 324
IV.3.1.4 PAISAJE 328
IV.3.1.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 336
IV.4 BIBLIOGRAFÍA. 348

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Coordenadas del área de influencia. 1
Cuadro IV.2. Condiciones abióticas y bióticas del proyecto. 5
Cuadro IV.3. Registro de la temperatura, estación meteorológica "El Tepozán". 7
Cuadro IV.4. Registro de la precipitación, estación meteorológica "El Tepozán". 7
Cuadro IV.5 Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA. 9
Cuadro IV.6 Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI. 10
Cuadro IV.7. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA. 11
Cuadro IV.8. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI Y AP. 11
Cuadro IV.9. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 12
Cuadro IV.10. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP. 13
Cuadro IV.11. Grado de riesgo de sequía dentro del SA. 14
Cuadro IV.12. Grado de riesgo de sequía dentro del AI y AP. 15
Cuadro IV.13. Información del viento en CENAPRED para el SA. 16
Cuadro IV.14. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP. 17
Cuadro IV.15. Pendientes en el sistema ambiental. 22
Cuadro IV.16. Exposiciones presentes en el sistema ambiental. 27
Cuadro IV.17. Exposiciones en el área de influencia y área del proyecto. 28
Cuadro IV.18. Elevaciones del sistema ambiental. 31
Cuadro IV.19. Índices de riesgo por inundación en el SA. 37
Cuadro IV.20. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental. 44
Cuadro IV.21. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia. 44
Cuadro IV.22. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción. 44
Cuadro IV.23. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción. 44
Cuadro IV.24. Acuífero Tecolutla. 54
Cuadro IV.25. Balance hídrico del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 56
Cuadro IV.26. Comparativo entre la serie III y VI de INEGI en uso de suelo y vegetación en el SA. 60
Cuadro IV.27. Comparativo entre la serie III y VI de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AI. 63
Cuadro IV.28. Comparativo entre la serie III y VI de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AP. 66
Cuadro IV.29. Tipos de vegetación y usos del SA. 69
Cuadro IV.30. Tipos de vegetación y usos del AI. 70
Cuadro IV.31. Tipos de vegetación y usos del AP. 70
Cuadro IV.32. Especies existentes el bosque de encino. 71
Cuadro IV.33. Especies dentro del muestreo en las unidades de análisis para bosque de encino. 73
Cuadro IV.34. Especies existentes el bosque de encino. 75
Cuadro IV.35. Superficie del área de influencia de los sitios de muestreo en las unidades de análisis. 79
Cuadro IV.36. Superficie del AP para los cálculos y sitios de muestreo. 79
Cuadro IV.37. Datos climáticos de la estación meteorológica 13132 (El Tepozan). 91
Cuadro IV.38. Coordenadas de los sitios de muestreo de los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y epífitas y/o cactáceas) para el SA. 92
Cuadro IV.39. Coordenadas de los sitios de muestreo y sus respectivos vértices del estrato herbáceo para el SA. 93
Cuadro IV.40. Coordenadas de los sitios de muestreo de los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y epífitas y/o cactáceas) para el AI. 99
Cuadro IV.41. Coordenadas de los sitios de muestreo y sus respectivos vértices del estrato herbáceo para el AI. 99
Cuadro IV.42. Coordenadas de los sitios de muestreo de los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y epífitas y/o cactáceas) para el AP. 105
Cuadro IV.43. Coordenadas de los sitios de muestreo y sus respectivos vértices del estrato herbáceo para el SA. 105
Cuadro IV.44. Representatividad estadística del muestreo del SA. 110

Cuadro IV.45. Datos utilizados para el tamaño de muestra SA.....111
Cuadro IV.46. Representatividad estadística del muestreo del AI.....112
Cuadro IV.47. Datos utilizados para el tamaño de muestra AI.....113
Cuadro IV.48. Representatividad estadística del muestreo del AP.....113
Cuadro IV.49. Datos utilizados para el tamaño de muestra AP.....114
Cuadro IV.50. Especies de flora para los diferentes estratos presentes en el SA.....115
Cuadro IV.51. Especies de flora para los diferentes estratos presentes en el AI.....116
Cuadro IV.52. Especies de flora para los diferentes estratos presentes en el AP.....117
Cuadro IV.53. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos en el SA. ...118
Cuadro IV.54. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos en el AI.....120
Cuadro IV.55. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos en el AP. ...121
Cuadro IV.56. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos en el SA.....123
Cuadro IV.57. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos en el AI.....126
Cuadro IV.58. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos en el AP.....130
Cuadro IV.59. Estatus de las especies de flora conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos en el SA.....133
Cuadro IV.60. Estatus de las especies de flora conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos en el AI.....134
Cuadro IV.61. Estatus de las especies de flora conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos en el AP.....135
Cuadro IV.62. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos en el SA.....137
Cuadro IV.63. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos en el AI.....138
Cuadro IV.64. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos en el AP.....139
Cuadro IV.65. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato arbóreo.....141
Cuadro IV.66. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato arbustivo.....142
Cuadro IV.67. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato herbáceo.....142
Cuadro IV.68. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato epífitas y/o cactáceas.....143
Cuadro IV.69. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato arbóreo.....144
Cuadro IV.70. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato arbustivo.....144
Cuadro IV.71. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato herbáceo.....145
Cuadro IV.72. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato epífitas y/o cactáceas.....145
Cuadro IV.73. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato arbóreo.....146
Cuadro IV.74. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato arbustivo.....146
Cuadro IV.75. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato herbáceo.....146
Cuadro IV.76. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato epífitas y/o cactáceas.....147
Cuadro IV.77. Individuos TOT por estrato presentes en el SA.....148
Cuadro IV.78. Individuos TOT por estrato presentes en el AI.....150
Cuadro IV.79. Individuos TOT del estrato arbóreo presentes en el AP.....151
Cuadro IV.80. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para el SA.....152
Cuadro IV.81. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para el SA.....153
Cuadro IV.82. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para el SA.....153
Cuadro IV.83. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para el SA.....154
Cuadro IV.84. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para el AI.....154
Cuadro IV.85. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para el AI.....155
Cuadro IV.86. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para el AI.....155
Cuadro IV.87. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para el AI.....156

Cuadro IV.88. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para el AP. 157
Cuadro IV.89. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para el AP. 157
Cuadro IV.90. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para el AP.....157
Cuadro IV.91. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para el AP.....158
Cuadro IV.92. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo en el SA. 161
Cuadro IV.93. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo, en el SA. 161
Cuadro IV.94. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo, en el SA. 162
Cuadro IV.95. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas en el SA. 163
Cuadro IV.96. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo, en el AI. 163
Cuadro IV.97. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo, en el AI. 164
Cuadro IV.98. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en el AI. 164
Cuadro IV.99. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas en el AI. 165
Cuadro IV.100. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo, en el AP. 166
Cuadro IV.101. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo, en el AP. 166
Cuadro IV.102. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo, en el AP. 166
Cuadro IV.103. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas en el AP. 167
Cuadro IV.104. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el SA. 169
Cuadro IV.105. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo para BE en el SA. 170
Cuadro IV.106. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el SA. 171
Cuadro IV.107. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el SA. 172
Cuadro IV.108. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el AI. 173
Cuadro IV.109. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo para BE en el AI. 174
Cuadro IV.110. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el AI. 175
Cuadro IV.111. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el AI. 176
Cuadro IV.112. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el AP. 177
Cuadro IV.113. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el AP. 178
Cuadro IV.114. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el AP. 179
Cuadro IV.115. Riqueza específica de flora en los tres niveles SA, AI y AP para bosque de encino. 186
Cuadro IV.116. Resumen del índice de Shannon – Wienner de flora en los tres niveles SA, AI y AP para bosque de encino. 187
Cuadro IV.117. Resumen del índice de Simpson de flora en los tres niveles SA, AI y AP para bosque de encino. 188
Cuadro IV.118. Comparativo del IVI entre SA, AI y AP en BE. 190
Cuadro IV.119. Comparativo de los individuos totales entre SA, AI y AP en BE. 192
Cuadro IV.120. Listado de especies de avifauna proporcionado por The Midwest Avian Data Center.....239
Cuadro IV.121. Listado potencial de mastofauna en el sistema ambiental. 241
Cuadro IV.122. Listado potencial de herpetofauna en el sistema ambiental. 242
Cuadro IV.123. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el sistema ambiental. 249
Cuadro IV.124. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el sistema ambiental. 250
Cuadro IV.125. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área de influencia. 251
Cuadro IV.126. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área de influencia. 252
Cuadro IV.127. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área del proyecto. 253
Cuadro IV.128. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área del proyecto. 254

Cuadro IV.129. Especies de aves en el sistema ambiental, con la tendencia poblacional de cada especie, así como su categoría de endemismo y estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT- 2010. 256
Cuadro IV.130. Matriz de abundancia de la avifauna registrada en el sistema ambiental. 258
Cuadro IV.131. Riqueza específica de la avifauna en el sistema ambiental. 259
Cuadro IV.132. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 260
Cuadro IV.133. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico. 261
Cuadro IV.134. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el sistema ambiental. ...261
Cuadro IV.135. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el sistema ambiental. 262
Cuadro IV.136. Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el sistema ambiental. 263
Cuadro IV.137. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el sistema ambiental. 264
Cuadro IV.138. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna registradas en cada transecto en el sistema ambiental. 265
Cuadro IV.139. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el sistema ambiental. 266
Cuadro IV.140. Especies acumuladas de mastofauna en los transectos establecidos en el sistema ambiental. ...266
Cuadro IV.141. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 267
Cuadro IV.142. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental. 268
Cuadro IV.143. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental. 268
Cuadro IV.144. Listado de especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental. 269
Cuadro IV.145. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de herpetofauna en el sistema ambiental. 270
Cuadro IV.146. Riqueza específica de herpetofauna en el sistema ambiental. 271
Cuadro IV.147. Especies acumuladas de herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el sistema ambiental. 271
Cuadro IV.148. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo logarítmico. 272
Cuadro IV.149. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el sistema ambiental. 272
Cuadro IV.150. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental. 273
Cuadro IV.151. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el área de influencia. 274
Cuadro IV.152. Matriz de abundancia de las especies de avifauna registradas en el área de influencia. 275
Cuadro IV.153. Riqueza específica de las especies de avifauna registradas en el área de influencia. 276
Cuadro IV.154. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos. 277
Cuadro IV.155. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico. 277
Cuadro IV.156. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna. 278
Cuadro IV.157. Índice de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el área de influencia. 279
Cuadro IV.158. Cálculo de densidad de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el área de influencia. 280
Cuadro IV.159. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el área de influencia. 281
Cuadro IV.160. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna registradas en cada transecto. 282
Cuadro IV.161. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el área de influencia. 283
Cuadro IV.162. Especies acumuladas de mastofauna en cada uno de los transectos establecidos en el área de influencia. 283
Cuadro IV.163. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial. 284
Cuadro IV.164. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas. 284

Cuadro IV.165. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas. 285
Cuadro IV.166. Listado de especies de herpetofauna presentes en el área de influencia. 286
Cuadro IV.167. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de herpetofauna. 287
Cuadro IV.168. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el área de influencia. 288
Cuadro IV.169. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna....288
Cuadro IV.170. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el área de influencia. 289
Cuadro IV.171. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto. 290
Cuadro IV.172. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna registradas en el área del proyecto....291
Cuadro IV.173. Riqueza específica de la avifauna registrada en el área del proyecto. 292
Cuadro IV.174. Especies acumuladas de avifauna en cada uno de los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto. 292
Cuadro IV.175. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico. 293
Cuadro IV.176. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el área del proyecto. 293
Cuadro IV.177. Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el área del proyecto. 294
Cuadro IV.178. Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el área del proyecto. 295
Cuadro IV.179. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el área del proyecto. 298
Cuadro IV.180. Listado de especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto. 299
Cuadro IV.181. Riqueza específica de herpetofauna en el área del proyecto. 300
Cuadro IV.182. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto. 301
Cuadro IV.183. Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna presente en el área del proyecto. 301
Cuadro IV.184. Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES. 302
Cuadro IV.185. Comparativo de la riqueza específica de la fauna silvestre. 302
Cuadro IV.186. Comparativo de las métricas de biodiversidad para la fauna silvestre en tres unidades de análisis. 303
Cuadro IV.187. Infiltración del sistema ambiental. 311
Cuadro IV.188. Infiltración del área de influencia. 311
Cuadro IV.189. Precio por m^3 de agua por cada zona de disponibilidad. 312
Cuadro IV.190. Estimación de la captura de carbono para el sistema ambiental y el área del proyecto. 313
Cuadro IV.191. Estimación del contenido de carbono de bosque de encino. 315
Cuadro IV.192. Riqueza específica del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto. 320
Cuadro IV.193. Índice de Shannon-Wiener del SA, AI y AP. 321
Cuadro IV.194. Riqueza específica de los grupos faunísticos. 321
Cuadro IV.195. Datos generales del municipio de Chignahuapan. 324
Cuadro IV.196. Datos demográficos del municipio de chignahuapan. 325
Cuadro IV.197. Clasificación de la población del municipio de Chignahuapan. 325
Cuadro IV.198. Índices e indicadores del municipio de chignahuapan. 326
Cuadro IV.199. Indicadores de participación económica. 326
Cuadro IV.200. Clasificación de viviendas. 326
Cuadro IV.201. Factor de visibilidad y valor de los criterios. 332
Cuadro IV.202. Criterios de categorización del paisaje. 333
Cuadro IV.203. Criterios de valoración. 333
Cuadro IV.204. Calidad intrínseca del paisaje. 335
Cuadro IV.205. Factor de visibilidad. 336
Cuadro IV.206. Índice de calidad paisajística. 336
Cuadro IV.207. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental factor aire. 337
Cuadro IV.208. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del suelo. 337

Cuadro IV.209. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua. 337
Cuadro IV.210. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental de la flora y fauna. 337
Cuadro IV.211. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental socioeconómica. 338
Cuadro IV.212. Categorización de la calidad ambiental obtenida. 338
Cuadro IV.213. Determinación del índice de calidad ambiental del factor suelo. 338
Cuadro IV.214. Determinación del índice de calidad ambiental del factor agua. 340
Cuadro IV.215. Determinación del índice de calidad ambiental factor aire. 341
Cuadro IV.216. Determinación del índice de calidad ambiental del factor flora y fauna. 343
Cuadro IV.217. Determinación del índice de calidad ambiental del factor socioeconómico. 345
Cuadro IV.218. Resumen del índice de calidad ambiental. 346

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Área de influencia del proyecto. 2
Figura IV.2. Criterios empleados para la determinación del Sistema ambiental. 3
Figura IV.3. Sistema ambiental. 4
Figura IV.4. Clima presente en el Sistema ambiental. 6
Figura IV.5. Representación gráfica de la temperatura. 7
Figura IV.6. Clima del área de influencia y área del proyecto. 8
Figura IV.7. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA. 9
Figura IV.8. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el AI y AP. 10
Figura IV.9. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA. 11
Figura IV.10. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP. 12
Figura IV.11. Grado de riesgo de granizo dentro del SA. 13
Figura IV.12. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP. 14
Figura IV.13. Grado de riesgo de sequía en el SA. 15
Figura IV.14. Grado de riesgo de sequía en el AI y AP. 16
Figura IV.15. Mapa de vientos presentes en SA. 17
Figura IV.16. Mapa de vientos presentes en AI y AP. 18
Figura IV.17. Provincias fisiográficas del sistema ambiental. 19
Figura IV.18. Subprovincias fisiográficas del sistema ambiental. 20
Figura IV.19. Provincias fisiografía del área de influencia y área del proyecto. 21
Figura IV.20. Subprovincias fisiográficas en el área de influencia y área del proyecto. 21
Figura IV.21. Rangos de pendiente del sistema ambiental. 22
Figura IV.22. Rangos de pendiente del AI y AP. 23
Figura IV.23. Topoformas fisiográficas del sistema ambiental. 24
Figura IV.24. Topoformas fisiográficas del AI y AP. 25
Figura IV.25. Fracturas dentro del SA. 26
Figura IV.26. Fallas y fracturas dentro del AI y AP. 27
Figura IV.27. Exposiciones del sistema ambiental. 28
Figura IV.28. Exposiciones del área del proyecto y área de influencia. 29
Figura IV.29. Características geológicas del sistema ambiental. 30
Figura IV.30. Características geológicas del área del AI y AP. 31
Figura IV.31. Mapa de las partes altas del SA. 32
Figura IV.32. Mapa de las partes altas del AI y AP. 33
Figura IV.33. Mapa de región potencial de deslizamiento de laderas del SA. 34
Figura IV.34. Mapa de región potencial de deslizamiento de laderas del AI y AP. 35
Figura IV.35. Mapa de sismicidad dentro del SA. 36
Figura IV.36. Mapa de sismicidad dentro del AI y AP. 37
Figura IV.37. Mapa de riesgo por inundación dentro del SA. 38
Figura IV.38. Mapa de riesgo por inundación dentro del AI y AP. 39

Figura IV.39. Mapa de volcanes activo cercanos al SA. 40
Figura IV.40. Mapa de volcanes activo cercanos al AI y AP. 40
Figura IV.41. Tipos de suelos existentes en el sistema ambiental. 42
Figura IV.42. Tipos de suelo existente en el área del proyecto y área de influencia. 43
Figura IV.43. Sistema ambiental dentro de la región hidrográfica. 46
Figura IV.44. Sistema ambiental dentro de la cuenca. 47
Figura IV.45. Mapa del sistema ambiental en la subcuenca. 47
Figura IV.46. Hidrología superficial del sistema ambiental. 48
Figura IV.47. Rasgos hidrológicos y cuerpos de agua en el sistema ambiental. 48
Figura IV.48. Ubicación del área de influencia y área del proyecto en la región hidrológica. 49
Figura IV.49. Ubicación del área de influencia y área del proyecto en la cuenca. 50
Figura IV.50. Ubicación del área de influencia y área del proyecto en la subcuenca. 50
Figura IV.51. Hidrología presente en el área de Influencia y área del proyecto. 51
Figura IV.52. Mapa de la hidrología subterránea del sistema ambiental. 54
Figura IV.53. Mapa de la hidrología subterránea del área de influencia y área del proyecto. 55
Figura IV.54. Vegetación y uso de suelo en México, 2007. 58
Figura IV.55. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III). 61
Figura IV.56. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI). 62
Figura IV.57. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III). 64
Figura IV.58. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI). 65
Figura IV.59. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III). 67
Figura IV.60. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI). 68
Figura IV.61. Vegetación y uso de suelo en México, 2007. 69
Figura IV.62. Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental. 77
Figura IV.63. Uso de suelo y vegetación del área de influencia y área del proyecto. 78
Figura IV.64. Mapa del área del proyecto. 85
Figura IV.65. Esquema de la forma y tamaño de los sitios (500 m^2). 86
Figura IV.66. Formato de captura utilizado para los sitios de muestreo. 87
Figura IV.67. Diagrama ombrotérmico “13132 - EL TEPOZAN” de los meses con mayor y menor precipitación. 92
Figura IV.68. Sitios de muestreo del SA para el estrato arbóreo. 95
Figura IV.69. Sitios de muestreo del SA para el estrato arbustivo. 96
Figura IV.70. Sitios de muestreo del SA para el estrato herbáceo. 97
Figura IV.71. Sitios de muestreo del SA para el estrato epífitas y/o cactáceas. 98
Figura IV.72. Sitios de muestreo del AI para el estrato arbóreo. 101
Figura IV.73. Sitios de muestreo del AI para el estrato arbustivo. 102
Figura IV.74. Sitios de muestreo del AI para el estrato herbáceo. 103
Figura IV.75. Sitios de muestreo del AI para el estrato epífitas y/o cactáceas. 104
Figura IV.76. Sitios de muestreo del AP para el estrato arbóreo. 106
Figura IV.77. Sitios de muestreo del AP para el estrato arbustivo. 107
Figura IV.78. Sitios de muestreo del AP para el estrato herbáceo. 108
Figura IV.79. Sitios de muestreo del AP para el estrato epífitas y/o cactáceas. 109
Figura IV.80. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA. 124
Figura IV.81. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA. 125
Figura IV.82. Distribución exótica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA. 125
Figura IV.83. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA. 126
Figura IV.84. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI. 128
Figura IV.85. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI. 128
Figura IV.86. Distribución exótica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI. 129
Figura IV.87. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI. 129

Figura IV.88. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AP. 131
Figura IV.89. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AP. ...131
Figura IV.90. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AP.....132
Figura IV.91. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA. 169
Figura IV.92. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA. 170
Figura IV.93. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA. 171
Figura IV.94. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA. 172
Figura IV.95. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI. 173
Figura IV.96. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI. 174
Figura IV.97. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI. 175
Figura IV.98. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI.....176
Figura IV.99. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AP. 177
Figura IV.100. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AP. 178
Figura IV.101. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AP. 179
Figura IV.102. Comparativo de la diversidad beta de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en las unidades de análisis (AP, AI y SA). 180
Figura IV.103. Comparativo de la diversidad gamma de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en tres unidades de análisis (SA, AI y AP). 182
Figura IV.104. Comparativo de la riqueza especifica existente en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.....187
Figura IV.105. Comparativo del índice de Shannon – Wienner en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.....189
Figura IV.106. Comparativo del índice de Simpson en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.....189
Figura IV.107. Rutas de vuelo de aves migratorias de América del Norte en relación al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental. 236
Figura IV.108. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental. 237
Figura IV.109. Áreas de conservación de especies con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.....238
Figura IV.110. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.....239
Figura IV.111. Área delimitada en The Midwest Avian Data Center.....241
Figura IV.112. Establecimiento de un punto de conteo para avifauna. 243
Figura IV.113. Puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el sistema ambiental. 250
Figura IV.114. Transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el sistema ambiental. 251
Figura IV.115. Puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área de influencia. 252

Figura IV.116. Transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área de influencia. 253
Figura IV.117. Puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área del proyecto. 254
Figura IV.118. Transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área del proyecto. 255
Figura IV.119. Especies de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el sistema ambiental. 259
Figura IV.120. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 260
Figura IV.121. Distribución de los individuos de las especies de mastofauna en cada transecto en el sistema ambiental. 266
Figura IV.122. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 267
Figura IV.123. Distribución de cada uno de los individuos de las especies de herpetofauna en cada transecto en el sistema ambiental. 271
Figura IV.124. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico. 272
Figura IV.125. Especies de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el área de influencia. 276
Figura IV.126. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 277
Figura IV.127. Distribución de los individuos de las especies de mastofauna en cada transecto. 283
Figura IV.128. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico. 284
Figura IV.129. Distribución de cada uno de los individuos de las especies de herpetofauna en cada transecto. 288
Figura IV.130. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto. 292
Figura IV.131. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico. 293
Figura IV.132. Estacionalidad e historial de *Sciurus aureogaster*. 296
Figura IV.133. Estacionalidad e historial de *Urocyon cinereoargenteus*. 297
Figura IV.134. Herpetofauna registrada en el área del proyecto. 300
Figura IV.135. Comparativo de la riqueza específica de fauna silvestre. 303
Figura IV.136. Comparativo de las métricas de biodiversidad de fauna silvestre en tres unidades de análisis. 304
Figura IV.137. Comparativo de la diversidad gamma de la avifauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental). 305
Figura IV.138. Comparativo de la diversidad gamma de la mastofauna en dos unidades de análisis (área de influencia y sistema ambiental). 306
Figura IV.139. Comparativo de la diversidad gamma de la herpetofauna en dos unidades de análisis (área de influencia y sistema ambiental). 307
Figura IV.140. Producción prima neta de carbono en diferentes ecosistemas del mundo (1015g año-1) IIASA-CIQA, 1984 314
Figura IV.141. Comparativo entre el SA, AI y AP de la riqueza específica de fauna silvestre. 322
Figura IV.142. Ubicación del municipio de Chignahuapan en el contexto estatal. 324
Figura IV.143. Distribución de la población con base en el sexo, 2010. 325
Figura IV.144. Clasificación de la vivienda según su uso. 327
Figura IV.145. Indicadores de ocupación. 327

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV.1. Estado de conservación del área del SA. 80
Imagen IV.2. Estado de conservación del AI. 81
Imagen IV.3. Estado de conservación del AP. 82
Imagen IV.4. Ubicación del sitio de muestreo 88
Imagen IV.5. Ejemplo de delimitación del sitio de muestreo 89
Imagen IV.6. Ejemplo de la toma de datos. 91
Imagen IV.7. Diversidad de especies en el mundo y México. 183

Imagen IV.8. Diversidad de especies en el mundo y México. 184
Imagen IV.9. Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales de México, 2009 y 2011.....194
Imagen IV.10. Sitios Ramsar y áreas naturales protegidas federales en México, 2012.....195
Imagen IV.11. Ecorregiones terrestres en México.....196
Imagen IV.12. Ecorregiones marinas en México. 197
Imagen IV.13. Concentraciones de diversidad biológica que contengan especies endémicas o especies raras, amenazadas o en peligro, y que son de importancia significativa a escala global, regional o nacional.....229
Imagen IV.14. Panorama de un bosque mesófilo de montaña (BMM). 230
Imagen IV.15. Panorama de un bosque ribereño (BR). 231
Imagen IV.16. Panorama de un bosque de viejo crecimiento o bosques antiguos. 233
Imagen IV.17. Tipo de vegetación presente en el sistema ambiental (SA). 233
Imagen IV.18. Tipo de vegetación presente en el área de influencia (AI). 234
Imagen IV.19. Tipo de vegetación presente en el área del proyecto (AP). 234

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

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 su delimitación se toman en cuenta las barreras físicas y las naturales.

La superficie del presente proyecto es de 2.0093 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 pequeño macizo forestal, el cual está rodeado de áreas agrícolas, se optó por utilizarlo como nuestra área de influencia, ya que en las tierras agrícolas no se considera una mayor afectación.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 del área de influencia, la cual tiene una superficie de 63.5162 hectáreas.

Cuadro IV.1. Coordenadas del área de influencia.

No	DECIMALES [U. T. M. (m)]	
	X	Y
1	586680.41	2187782.26
2	586648.57	2187920.20
3	586574.30	2188074.06
4	586549.19	2188237.84
5	586486.13	2188301.29
6	586479.42	2188338.55
7	586477.54	2188360.97
8	586449.08	2188420.51
9	586448.79	2188480.30
10	586393.91	2188572.77
11	586330.25	2188583.38
12	586290.46	2188641.74
13	586173.74	2188639.09
14	586091.50	2188771.72
15	586150.87	2188804.23
16	586096.81	2188909.66
17	586033.14	2188909.66
18	585950.91	2188946.80
19	585969.48	2188994.55
20	586009.27	2188968.02
21	586030.49	2188989.25
22	586067.63	2188952.11
23	586120.68	2188954.76
24	586248.01	2188731.93
25	586356.78	2188716.02
26	586364.73	2188745.20
27	586314.33	2188795.60
28	586287.80	2188846.00
29	586237.40	2188914.97
30	586327.60	2188965.37

No	DECIMALES [U. T. M. (m)]	
	X	Y
31	586415.13	2188864.57
32	586385.96	2188830.08
33	586330.25	2188856.61
34	586327.60	2188832.74
35	586446.14	2188685.17
36	586507.98	2188702.75
37	586531.85	2188676.23
38	586553.08	2188636.44
39	586616.74	2188676.23
40	586661.59	2188590.27
41	586707.87	2188480.47
42	586702.46	2188453.69
43	586702.28	2188446.54
44	586704.79	2188421.69
45	586728.40	2188410.23
46	586775.90	2188408.30
47	586783.86	2188450.75
48	586821.00	2188477.27
49	586874.05	2188448.09
50	586911.19	2188410.95
51	586924.46	2188349.94
52	586810.39	2188235.88
53	586813.04	2188188.13
54	586789.17	2188150.99
55	586831.61	2188127.11
56	586834.26	2188058.14
57	586935.07	2188036.92
58	586911.19	2187925.51
59	586927.11	2187811.44
60	586905.89	2187737.17

No	DECIMALES [U. T. M. (m)]	
	X	Y
61	586964.25	2187689.42
62	586996.08	2187636.36
63	587062.40	2187623.10
64	587065.05	2187522.30
65	587216.25	2187405.58
66	587258.70	2187479.85
67	587181.77	2187522.30
68	587134.02	2187562.09
69	587102.19	2187609.84
70	587065.05	2187705.33
71	587019.95	2187848.58
72	587012.00	2187949.38
73	587141.98	2188023.66
74	587104.84	2187851.23
75	587149.94	2187707.99
76	587237.48	2187599.22
77	587319.71	2187543.52
78	587370.11	2187453.33
79	587348.89	2187347.22
80	587290.53	2187241.11
81	587344.67	2187154.81
82	587399.29	2187131.02
83	587518.66	2186989.10
84	587559.78	2187020.93

No	DECIMALES [U. T. M. (m)]	
	X	Y
85	587584.98	2186978.49
86	587614.16	2186893.60
87	587653.95	2186859.12
88	587675.17	2186782.19
89	587570.39	2186833.92
90	587553.15	2186859.12
91	587550.50	2186904.21
92	587513.36	2186941.35
93	587481.53	2186925.44
94	587392.30	2186959.55
95	587327.67	2187023.59
96	587165.85	2187188.05
97	587025.26	2187307.43
98	586919.15	2187363.13
99	586969.55	2187413.53
100	586940.37	2187437.41
101	586850.18	2187400.27
102	586762.64	2187389.66
103	586693.67	2187429.45
104	586916.05	2187527.88
105	586720.78	2187635.83
106	586665.82	2187593.92
107	586598.17	2187660.24
108	586600.82	2187739.82

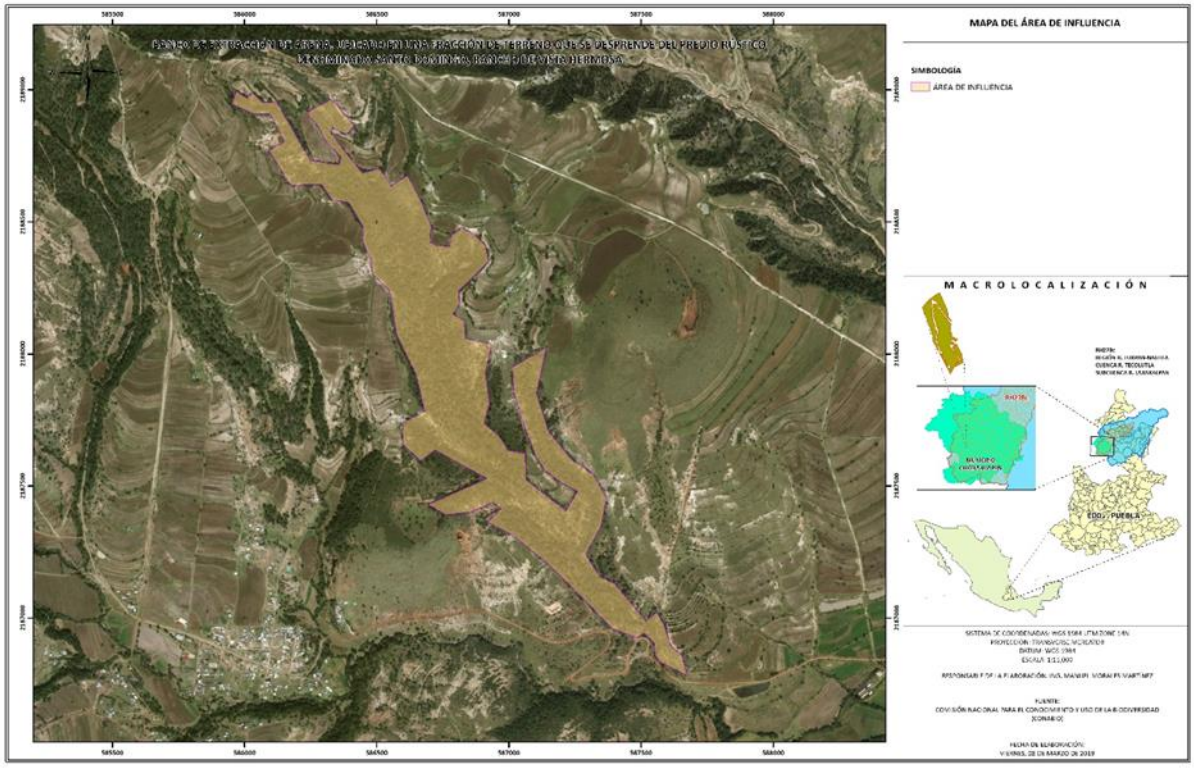


Figura IV.1. Área de influencia del proyecto.

IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

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.

Así mismo, el SA es el área donde el proyecto tendrá su influencia y además será el marco de referencia para la identificación y evaluación de los impactos generados en las actividades de cada una de las etapas del proyecto.

Para efectos de la delimitación del Sistema ambiental se consideró la siguiente metodología:

La delimitación del SA, se puede definir a través de una subcuenca o microcuenca, ya que en ellas se encuentran los límites definidos por rasgos geomorfológicos e hidrográficos, así mismo pueden incluir uno o más tipos de ecosistemas. También se puede hacer la delimitación mediante criterios técnicos y ambientales, tales como barreras físicas (carreteras, poblaciones, presas, entre otros) y barreras ambientales (ríos, montañas y vegetación). Otro aspecto es considerar los programas de ordenamientos locales, regionales y federal.

Para la delimitación del SA, se realizó un análisis cartográfico mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el cual se utilizaron distintas referencias cartográficas como son; imágenes

de satélite, corrientes de agua, curvas de nivel, uso del suelo y vegetación, zonas urbanas y vías de comunicación. Asimismo, se realizaron recorridos de campo para corroborar las condiciones que presenta la región.

La delimitación del sistema ambiental se realizó considerando los siguientes criterios:

- *Rasgos hidrológicos*

La mayor parte del sistema ambiental está delimitado por cuerpos de agua naturales, ya que estos están íntimamente relacionados con las formas del relieve de la zona.

- *Parteaguas*

Es 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.

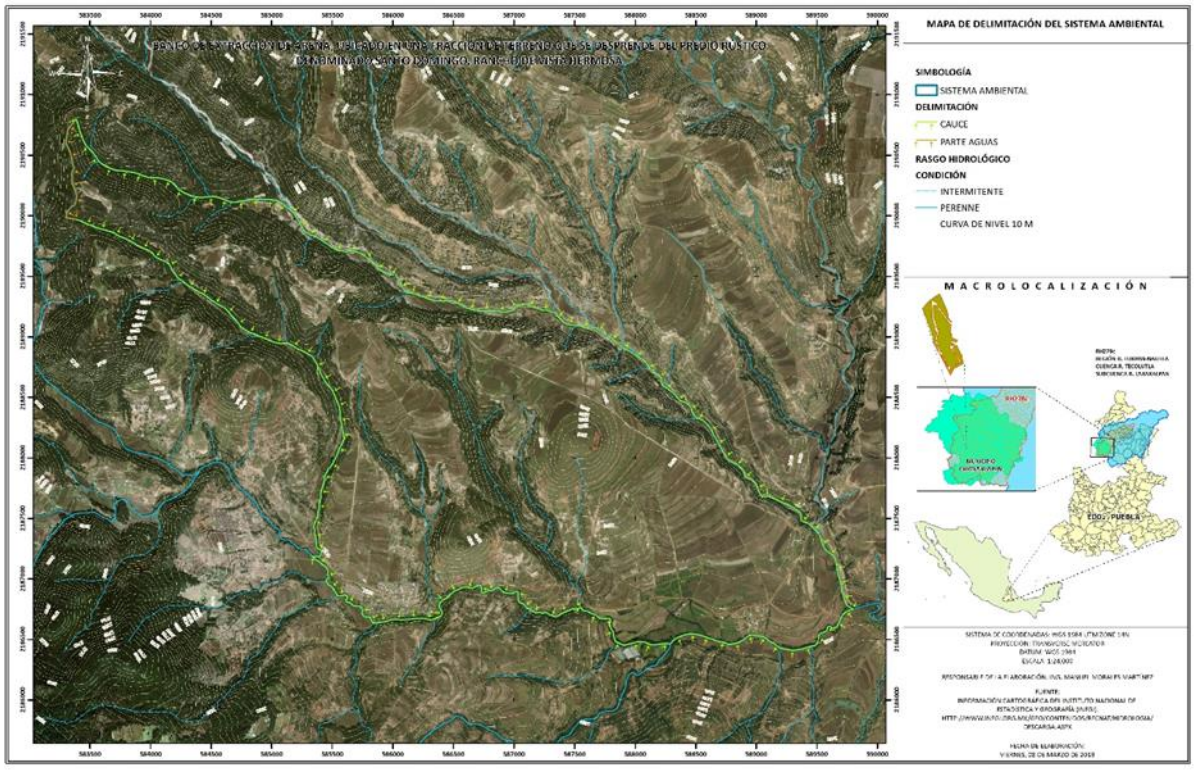


Figura IV.2. Criterios empleados para la determinación del Sistema ambiental.

Nota: En el **ANEXO 6. COORDENADAS UTM DEL SA,** se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 del sistema ambiental delimitado, el cual tiene una superficie de 1,077.3591 hectáreas.

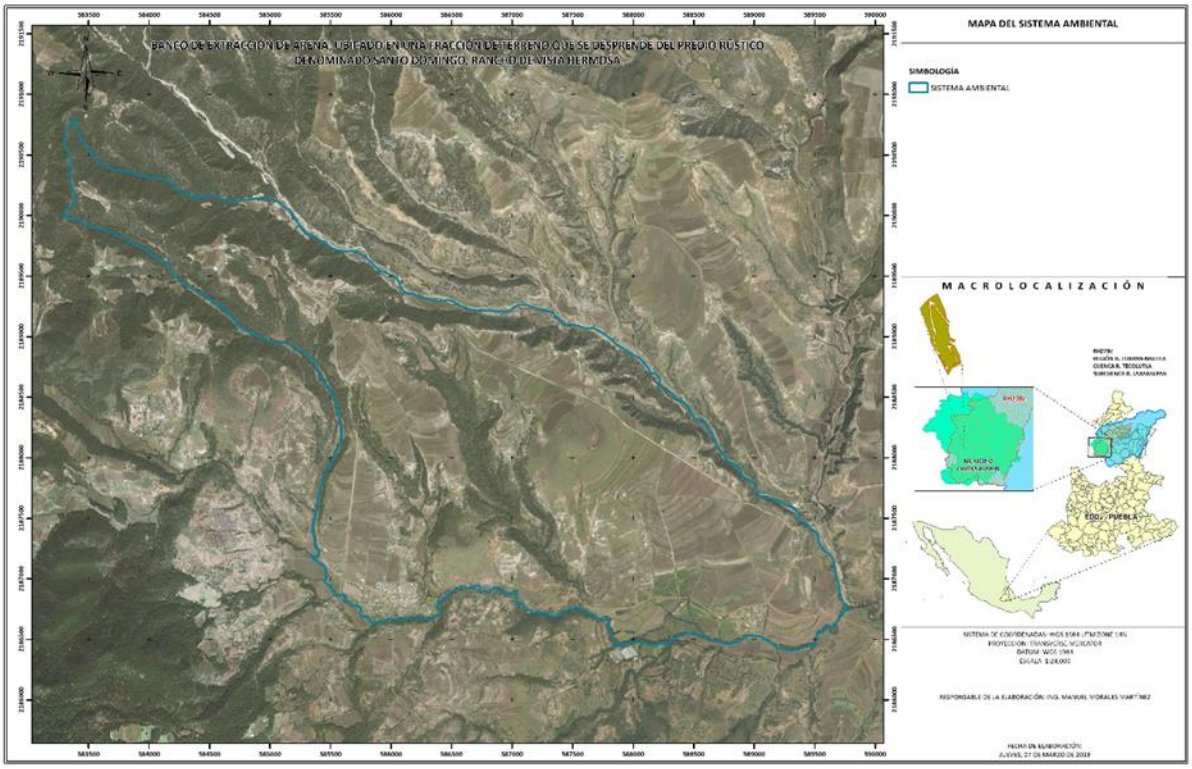


Figura IV.3. Sistema ambiental.

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTA

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

En 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 presente apartado se enfoca específicamente en la descripción y análisis de las condiciones abióticas y bióticas que acontecen directamente al área donde se establecerá el proyecto.

El área del proyecto presenta las siguientes características bióticas y abióticas

Cuadro IV.2. Condiciones abióticas y bióticas del proyecto.

ÁREA	FACTOR Y CARACTERÍSTICAS							
	Superficie (hectáreas)	**Tipo de clima**	**Viento**	**Fisiografía**	**Geología**	**Edafología**	**Hidrografía**	**Tipos de vegetación**
PROYECTO	2.0093	C(w1)(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 (Igea)	Be+Rd/2	RH27B-Tuxpan Nautla, Cuenca Rio Tecolutla	Bosque de encino
	Superficie total del área de cambio de uso de suelo.	C(w1) (w): Templado subhúmedo.			Ts (Igea). Clase ígnea extrusiva, tipo Ígnea extrusiva ácida	Suelo predominante cambisol eútrico, con tipo de textura media.		Algunas de las especies arbóreas encontradas en el área del proyecto son: Arbutus xalapensis, *Quercus dysophylla, Buddleja cordata Baccharis conferta, Panicum hallii y Mammillaria discolor, etc…*

IV.3.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.3.1.1.1 CLIMA

Sistema ambiental

De acuerdo a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el sistema ambiental se presentan un tipo de clima, el cual se describe a continuación acorde a la clasificación de Köppen modificada por García (1981).

Templado, subhúmedo, con lluvias en verano C (w1) (w).

Templado con Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,855 mm y precipitación en el mes más seco de 6 a 54 mm.

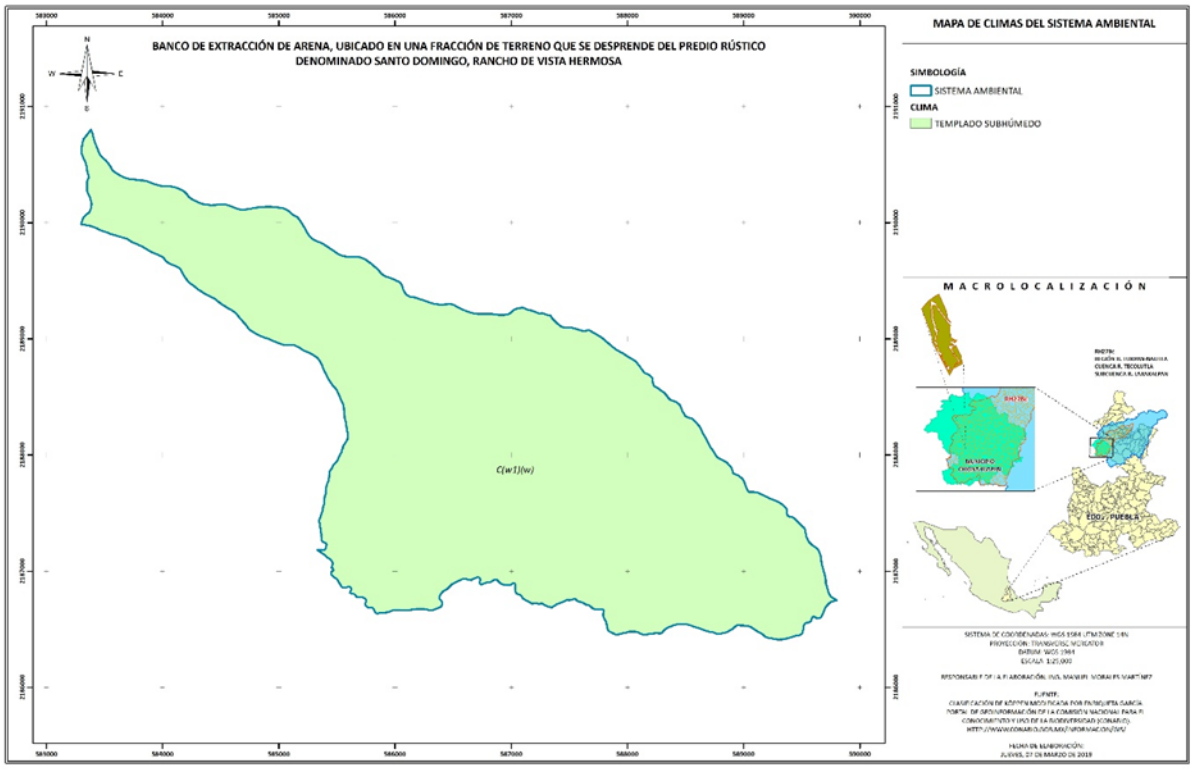


Figura IV.4. Clima presente en el Sistema ambiental.

A continuación, se presentan los datos de temperatura y precipitación reportados en la estación climatológica N° 13132 correspondiente a "El Tepozan" ya que es 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 el siguiente cuadro se muestran los datos obtenidos de la estación meteorológica "El Tepozán" que van desde el año 1951 hasta el año 2010, esto de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

Cuadro IV.3. Registro de la temperatura, estación meteorológica "El Tepozán".

Temperatura	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Max. Normal	18.7	19.2	20.6	21.2	20.3	20.0	18.8	18.8	18.6	18.3	18.0	18.4	19.2
Max. Mensual	22.7	26.2	35.8	32.5	26.7	25.7	22.8	21.8	21.9	22.2	21.5	21.9	
Max. Diaria	29.5	33.0	49.0	43.0	34.5	31.0	28.5	26.5	27.5	26.5	26.0	25.0	
Media	11.0	11.5	12.6	13.0	12.8	12.7	11.9	11.8	11.9	11.4	11.0	11.0	11.9
Min. Normal	3.2	3.9	4.6	4.7	5.4	5.5	5.0	4.8	5.1	4.4	4.0	3.5	4.5
Min. Mensual	0.2	1.1	1.4	2.8	2.9	2.5	2.2	2.5	2.4	2.0	1.5	0.0	
Min. Diaria	-10.0	-5.5	-9.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	1.0	0.0	-3.5	-1.0	-7.5	

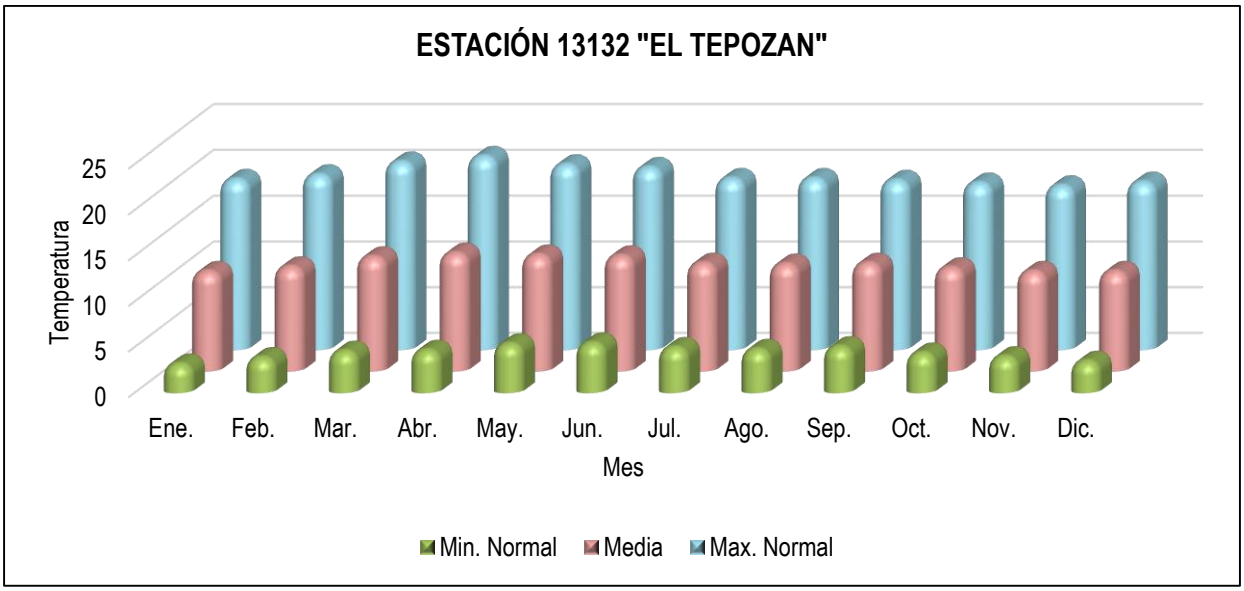


Figura IV.5. Representación gráfica de la temperatura.

Precipitación

Cuadro IV.4. Registro de la precipitación, estación meteorológica "El Tepozán".

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Normal	15.8	21.3	35.8	53.7	91.6	164.5	172.9	119.5	131	57.8	33.1	13.5	910.5
Max. Mensual	96	99.5	183.4	192.9	210	540.5	426.2	327.5	394.5	149	137.6	79	
Max. Diaria	28	24.3	37.5	60.3	48	64.5	70.4	53.4	65	36	48	30	

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 (w1) (w), tal y como se muestra en la figura siguiente.

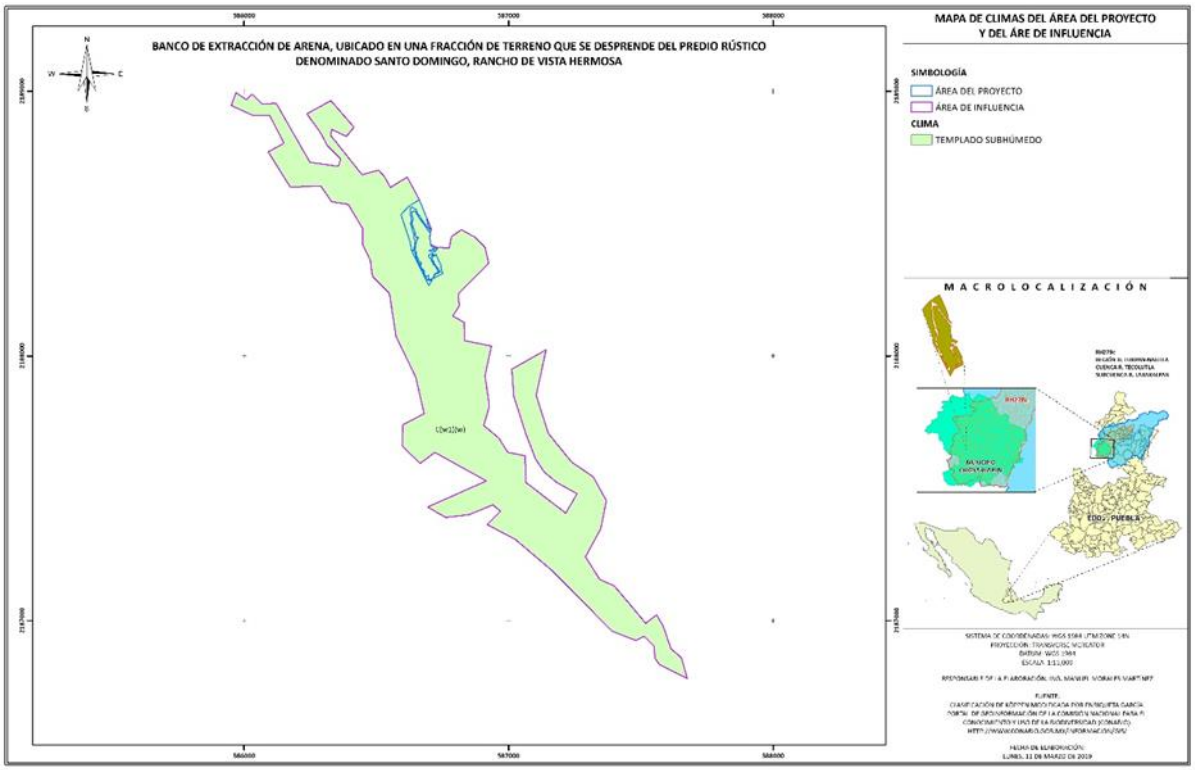


Figura IV.6. Clima del área de influencia y área del proyecto.

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 y área del proyecto presenta los siguientes datos:

Ciclones tropicales

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.5 Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Muy bajo	1,077.3591
TOTAL			**1,077.3591**

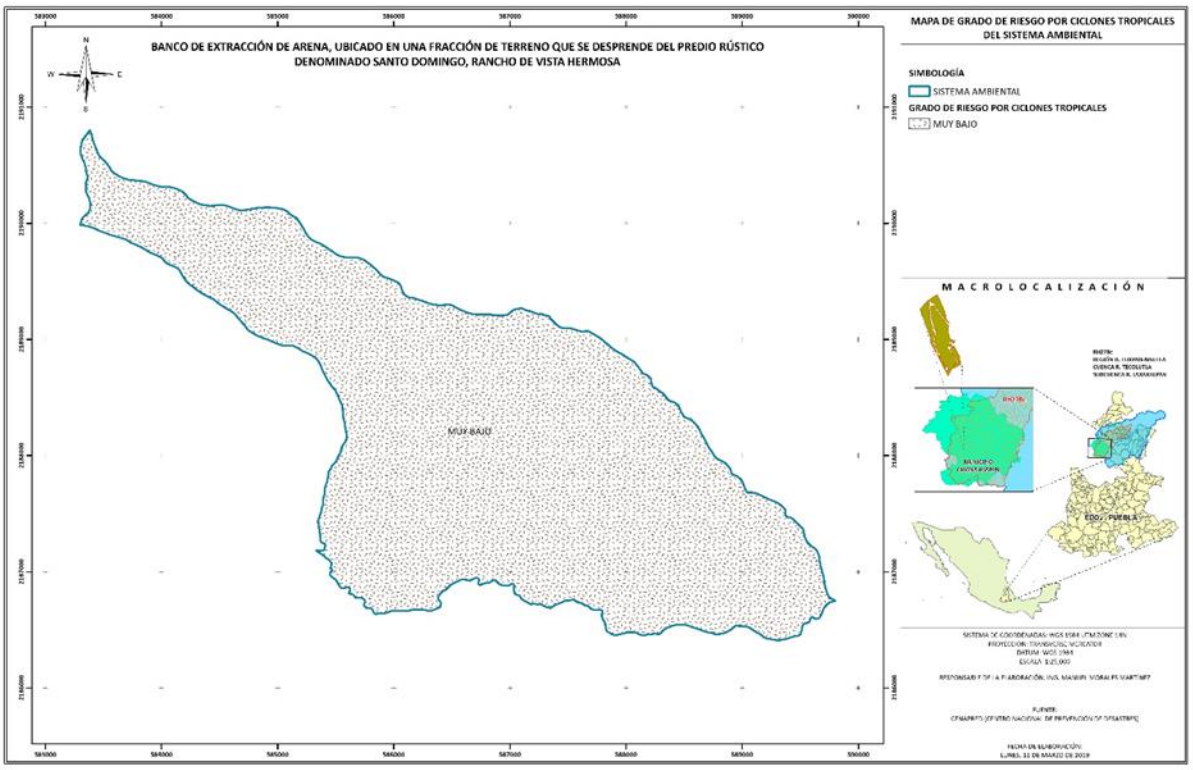


Figura IV.7. Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

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

Cuadro IV.6 Grado de riesgo de ciclones tropicales dentro del AI.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Muy bajo	63.5162
TOTAL			**63.5162**

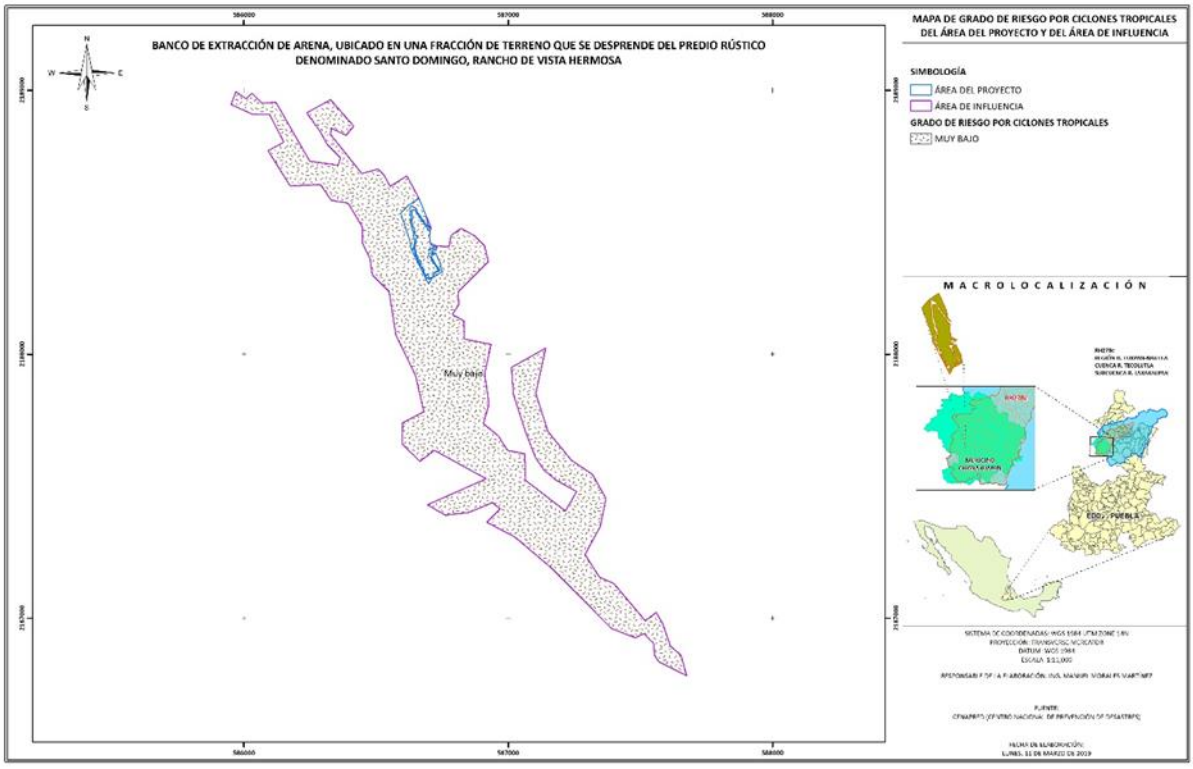


Figura IV.8. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el AI y AP.

Tormentas Eléctricas

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.7. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapa	Puebla	Medio	1,077.3591
TOTAL			**1,077.3591**

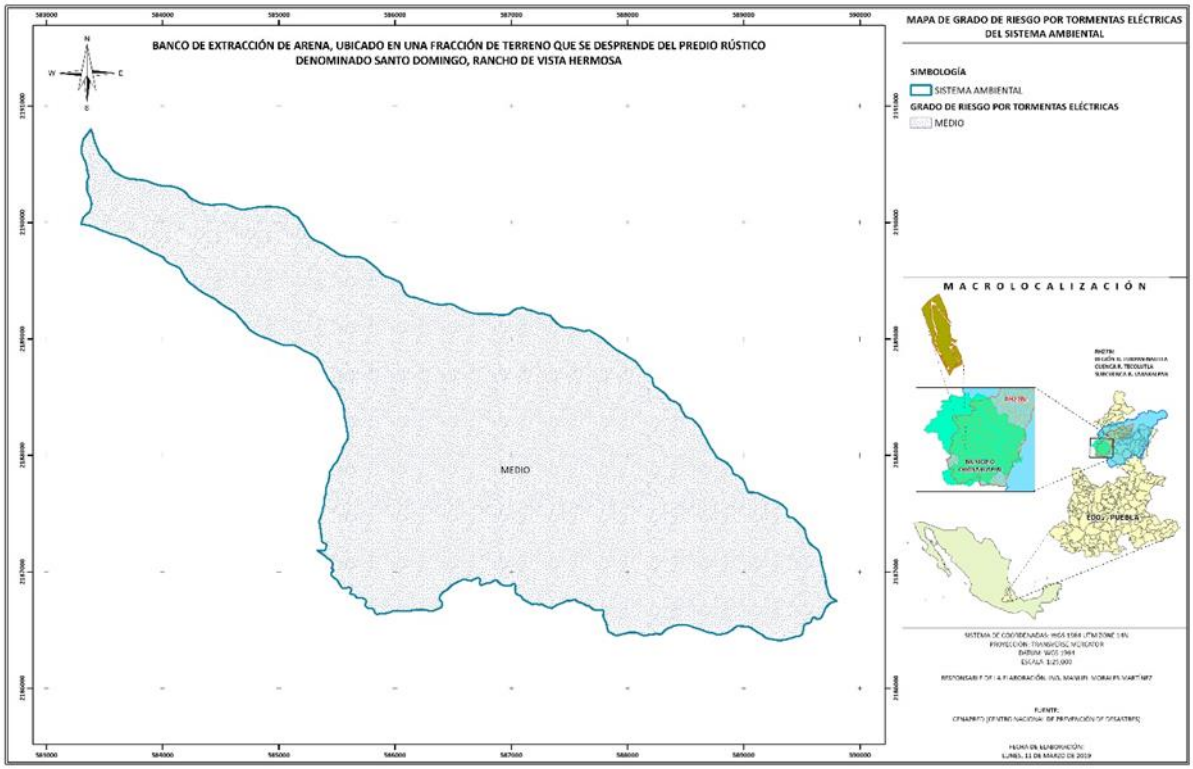


Figura IV.9. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

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

Cuadro IV.8. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI Y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Medio	63.5162
TOTAL			**63.5162**

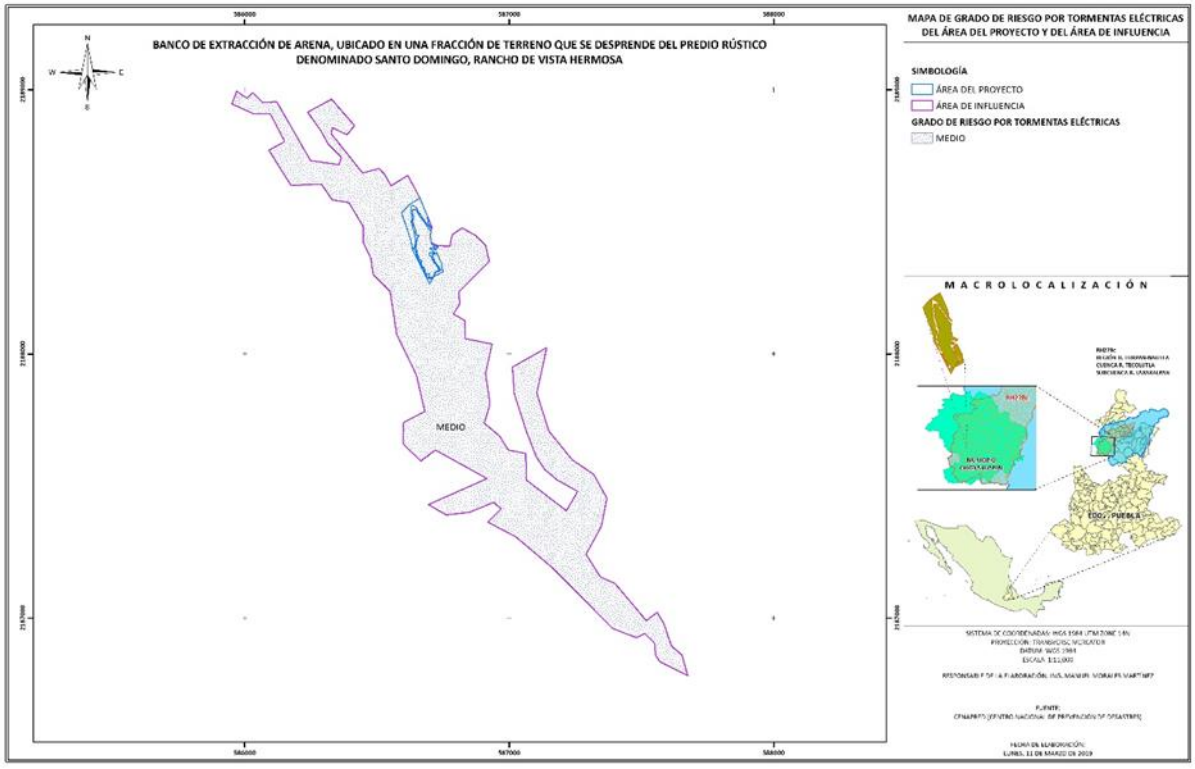


Figura IV.10. Grado de riesgo de tormentas eléctricas dentro del AI y AP.

Granizo

Sistema ambiental

Dentro del SA encontramos un grado bajo de riesgo por granizo, ubicando en Chignahuapan

Cuadro IV.9. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Bajo	1,077.3591
TOTAL			**1,077.3591**

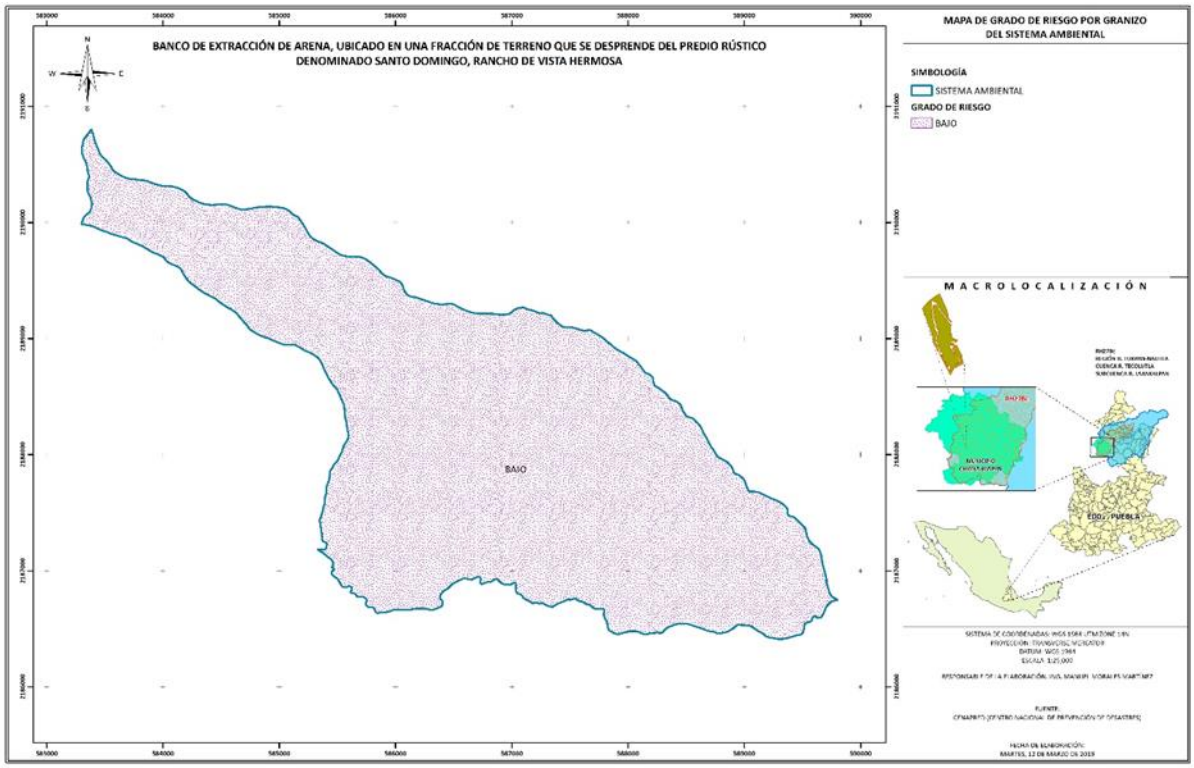


Figura IV.11. Grado de riesgo de granizo dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

De igual manera en el área de influencia y área del proyecto presentan un grado bajo por granizo, como se muestra a continuación.

Cuadro IV.10. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Bajo	63.5162
TOTAL			**63.5162**

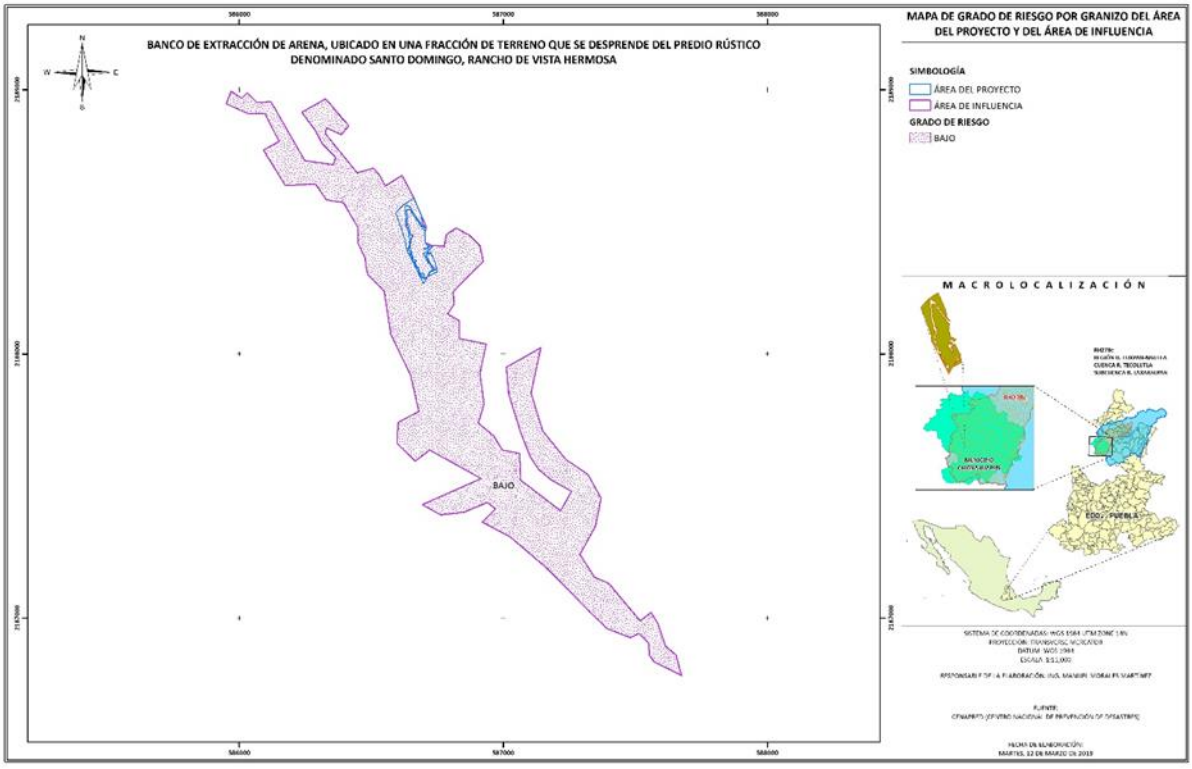


Figura IV.12. Grado de riesgo de granizo dentro del AI y AP.

Sequía

Sistema ambiental

El grado de riesgo por sequía que corresponde al SA es muy bajo.

Cuadro IV.11. Grado de riesgo de sequía dentro del SA.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Muy bajo	1,077.3591
TOTAL			**1,077.3591**

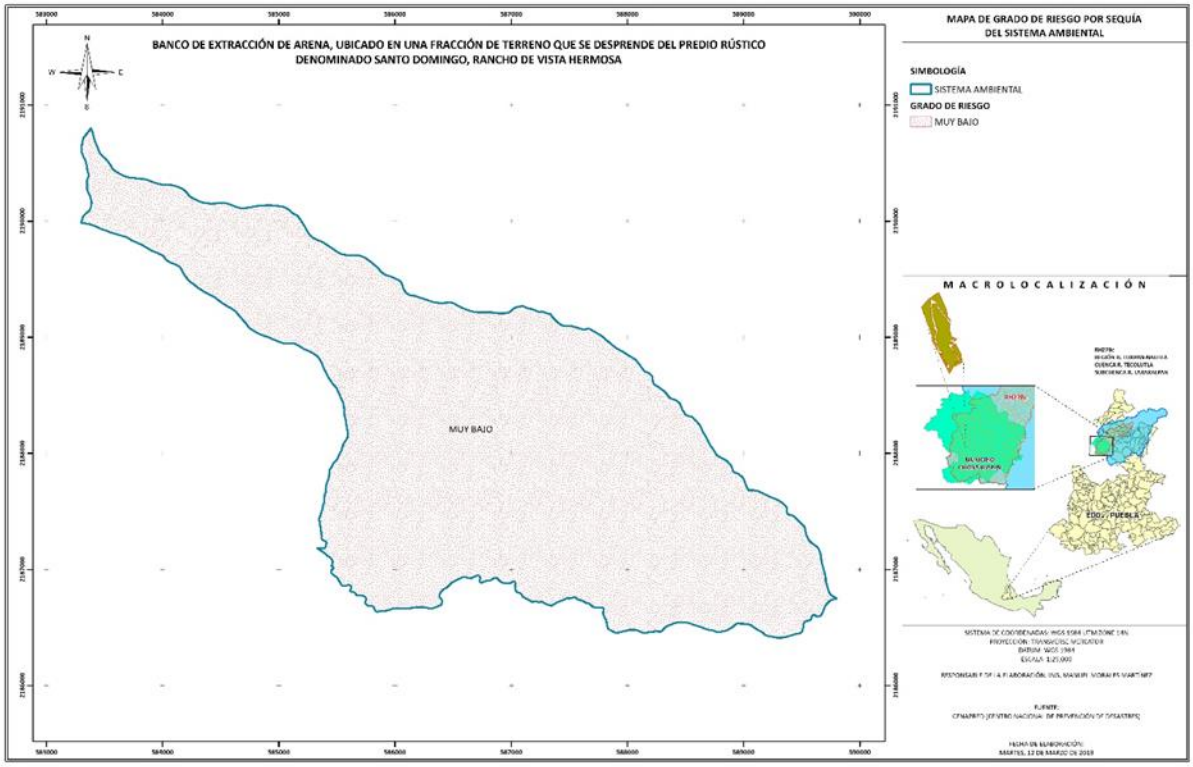


Figura IV.13. Grado de riesgo de sequía en el SA.

Área de influencia y área del proyecto

Para el área de influencia y área del proyecto, el grado de sequía es muy bajo.

Cuadro IV.12. Grado de riesgo de sequía dentro del AI y AP.

MUNICIPIO	ESTADO	GRADO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Puebla	Muy bajo	63.5162
TOTAL			**63.5162**

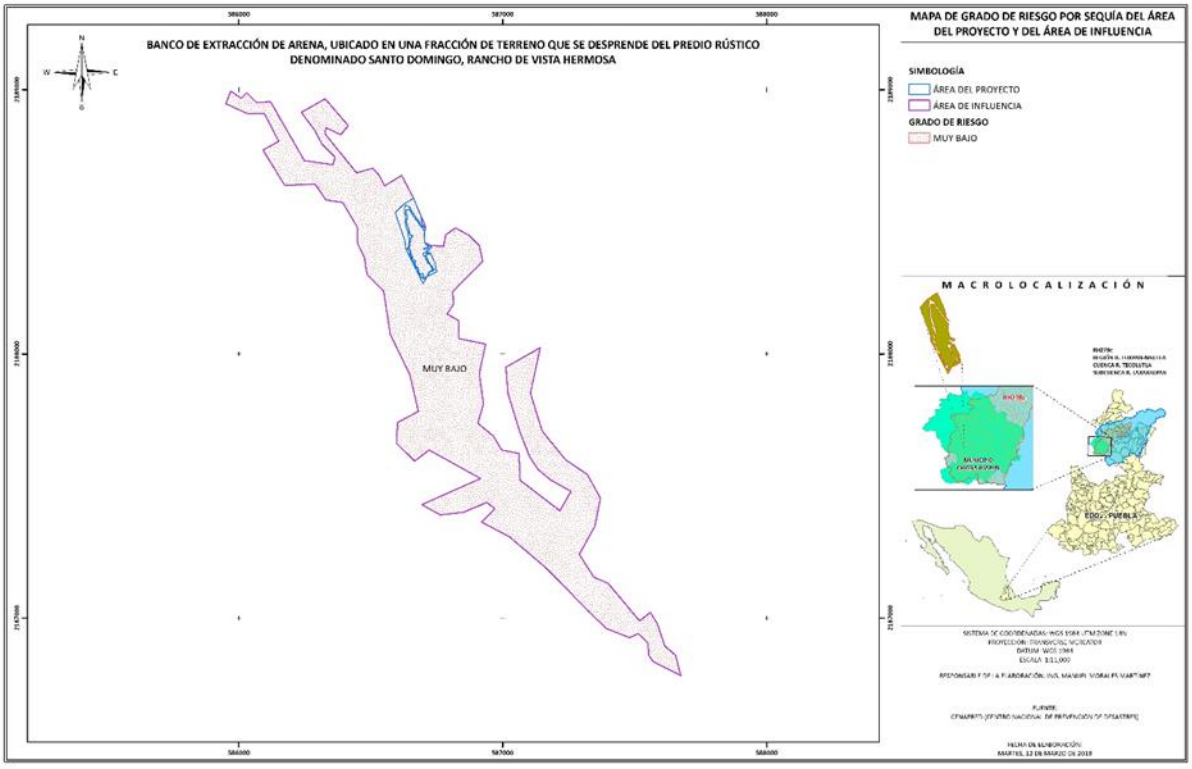


Figura IV.14. Grado de riesgo de sequía en el AI y AP.

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

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
A	bajo	100 a 130

A continuación, se presenta el mapa de viento.

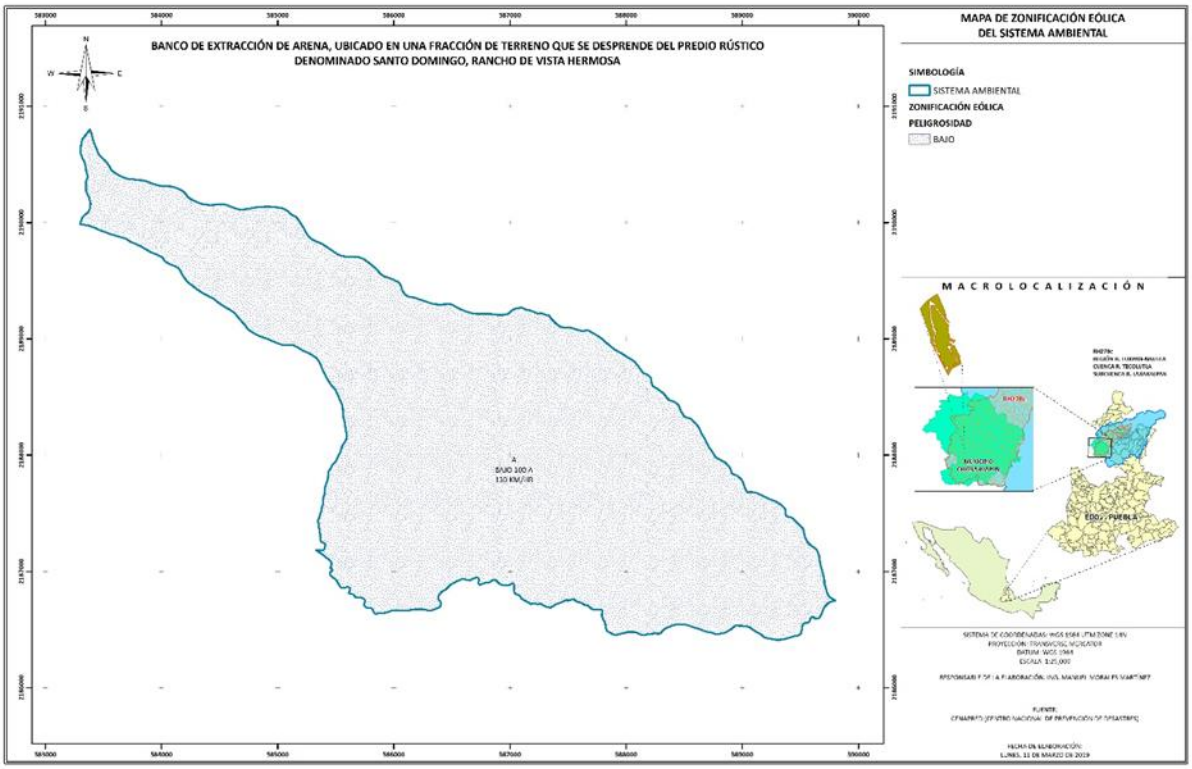


Figura IV.15. Mapa de vientos presentes en SA.

Área de influencia y área del proyecto

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

Cuadro IV.14. Información del viento en CENAPRED para el AI y AP.

ZONA	CLASE_PELI	VEL_KM_HR
A	bajo	100 a 130

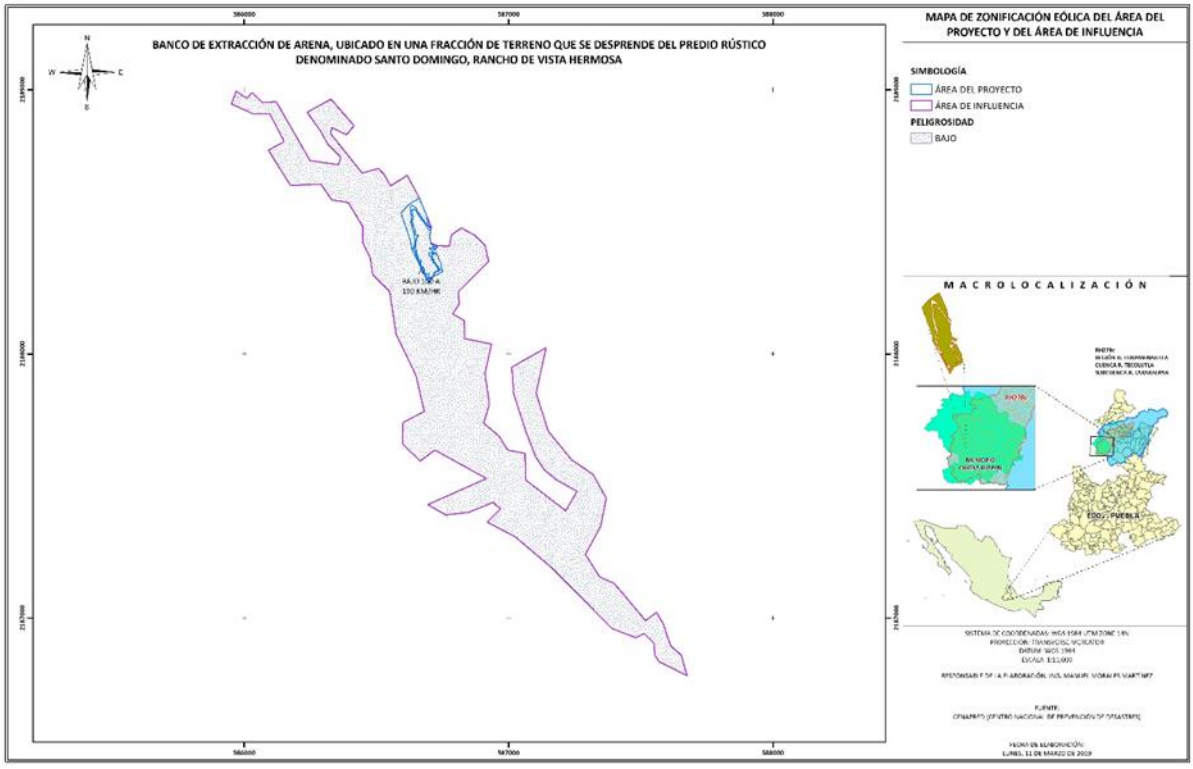


Figura IV.16. Mapa de vientos presentes en AI y AP.

IV.3.1.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía y relieve

Sistema ambiental

El territorio nacional se encuentra clasificado, de acuerdo con sus características fisiográficas en 16 provincias fisiográficas. El estado se encuentra asentado en porciones de cuatro de estas provincias. Estas son la Llanura Costera del Golfo Norte, la Sierra Madre Oriental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

La mayor parte de la entidad se encuentra asentada en la Provincia del Eje Neovolcánico, algunas porciones del noreste pertenecen a la Subprovincia de Chiconguiaco; en todo el centro y norte del estado domina la Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, y en el sur, la Provincia Sur de Puebla.

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

Provincia 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. 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.

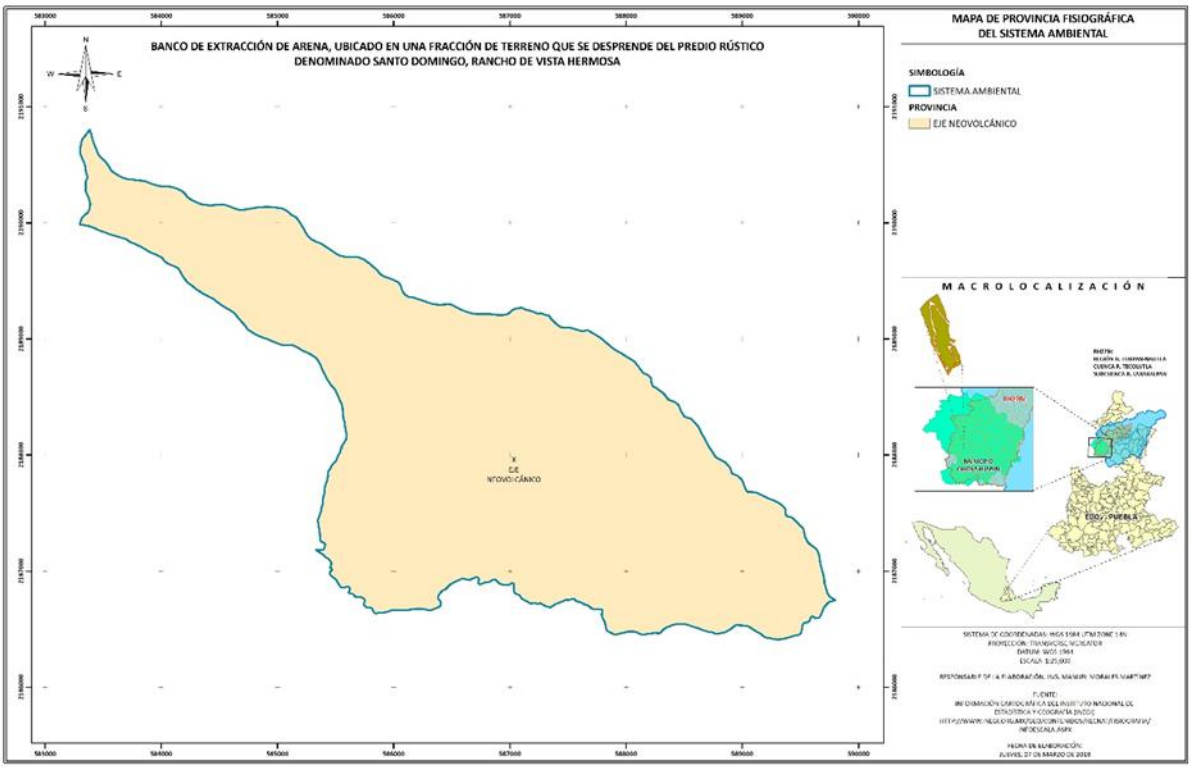


Figura IV.17. Provincias fisiográficas del sistema ambiental.

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 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 msnm; 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 msnm 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 msnm; 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.

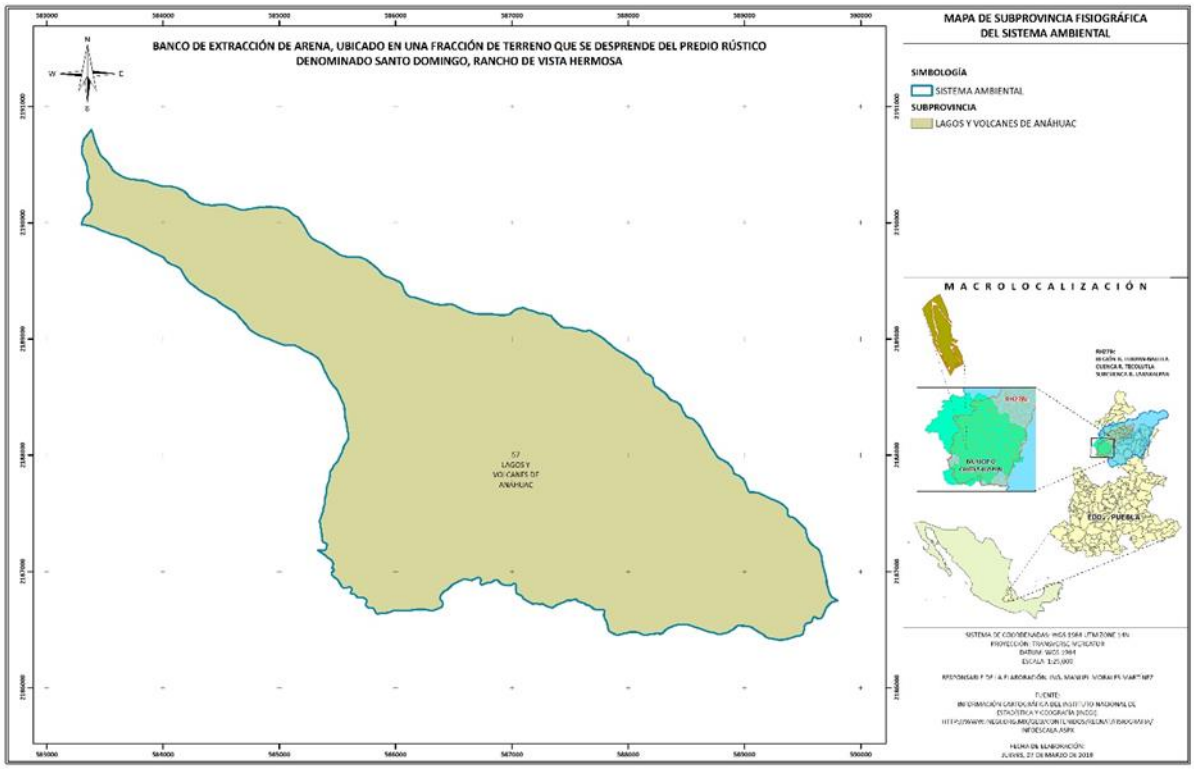


Figura IV.18. Subprovincias fisiográficas del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Dentro de los aspectos fisiográficos principales anteriormente descritos, se determina que tanto el área de influencia, así como el área del proyecto se encuentran dentro de la provincia Eje Neovolcánico y la subprovincia Lagos y Volcanes de Anahuac.

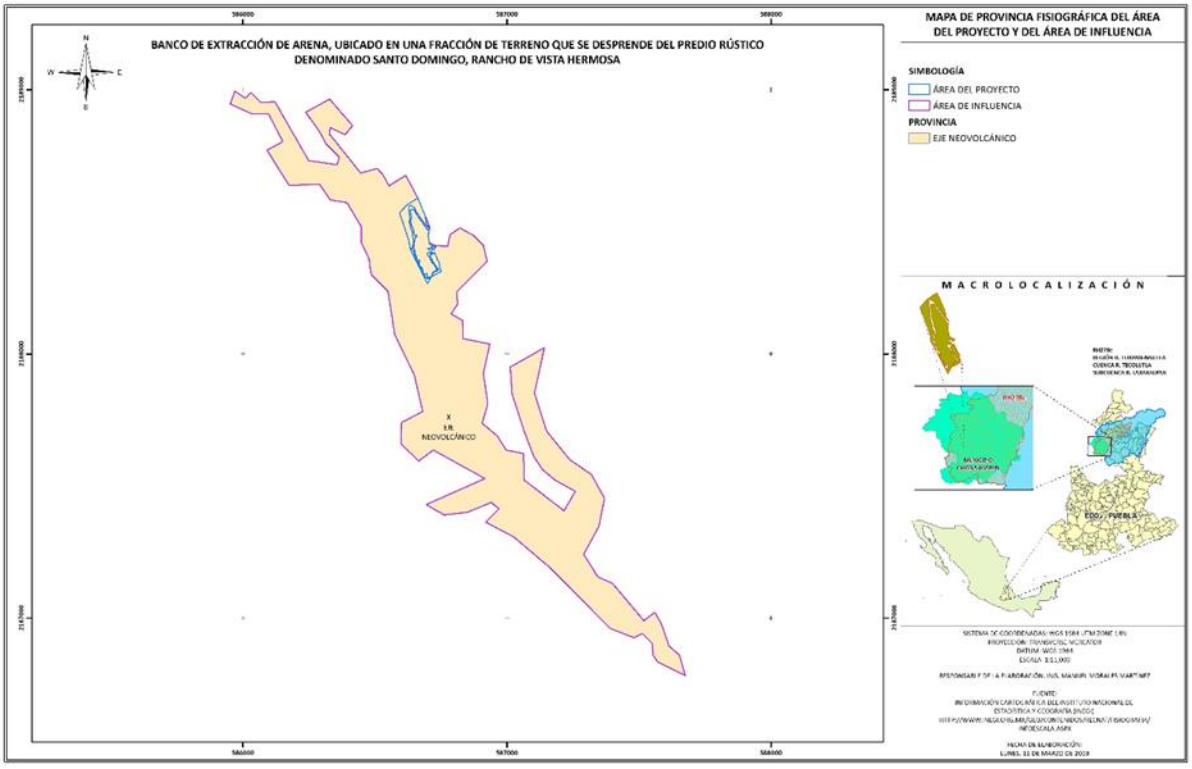


Figura IV.19. Provincias fisiografía del área de influencia y área del proyecto.

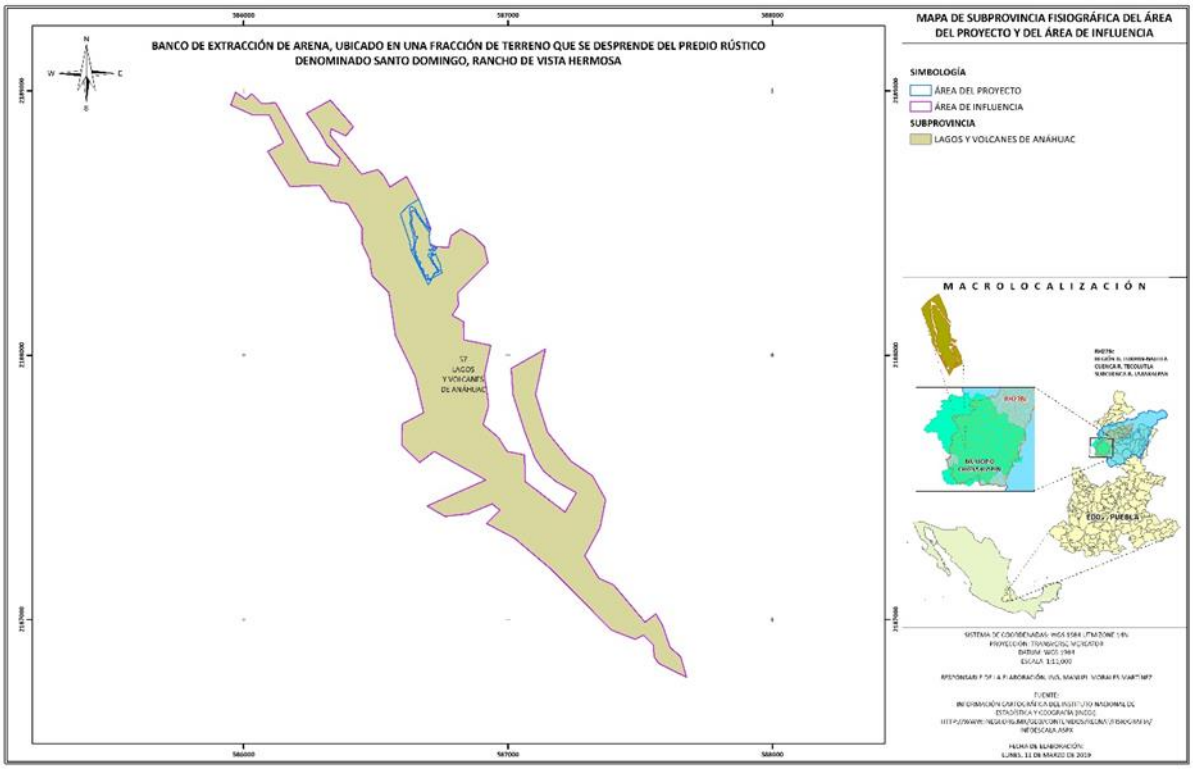


Figura IV.20. Subprovincias fisiográficas en el área de influencia y área del proyecto.

Pendiente media, topoformas y exposiciones del sistema ambiental

Sistema ambiental

- Pendiente media

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

Cuadro IV.15. Pendientes en el sistema ambiental.

Rango	Superficie (Ha)
0 – 8%	844.1426
8 – 30%	221.0096
> 30%	12.2069
Total	**1,077.3591**

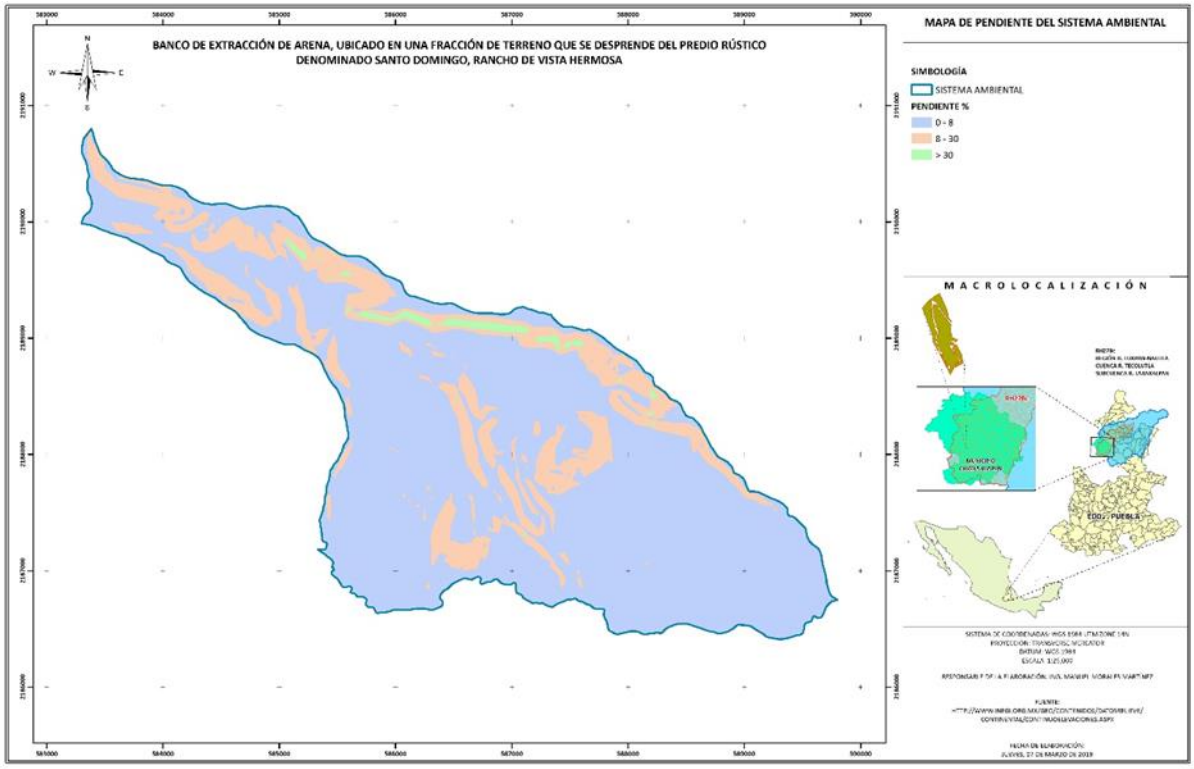


Figura IV.21. Rangos de pendiente del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

- Pendiente media

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 la cual en el AI predomina el rango de pendientes de 0-8%, y en AP de 8-30%, considerándose éstas como las pendientes medias del área, como se muestra enla siguiente figura.

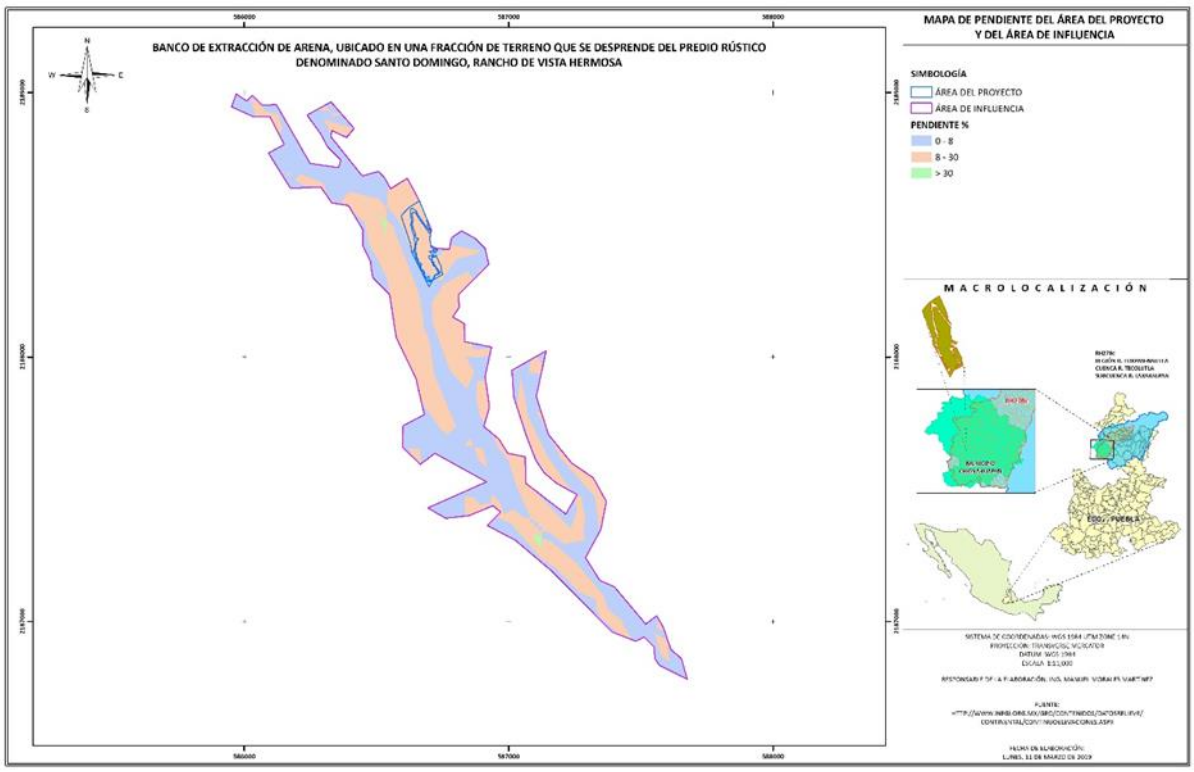


Figura IV.22. Rangos de pendiente del AI y AP.

Topoformas

Sistema ambiental

El SA se encuentra en el sistema de topoformas:

205-0/01: Sistema de topoformas, lomerío de tobas con llanuras.

502-2/01: Sistema de topoformas, llanura con lomerío de piso rocoso o cementado.

Los sistemas de topoformas son conjuntos de topoformas asociadas entre sí, según un patrón o patrones estructurales o degradativos y que además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística respecto a las subprovincias fisiográficas o discontinuidades fisiográficas.

Una topoforma, es una geoforma geométricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos, entendiendo como geoforma a cualquier accidente del relieve (tales como planicie, cono cinerítico, abanico aluvial, duna y otras).

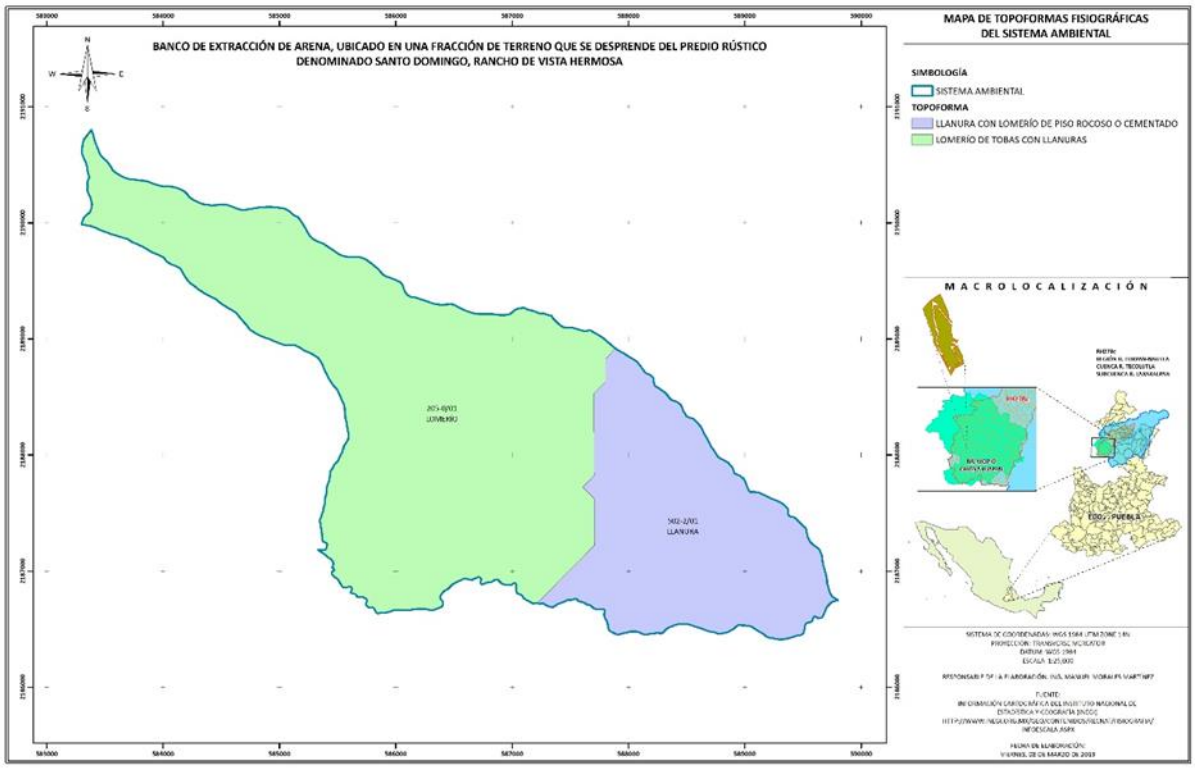


Figura IV.23. Topoformas fisiográficas del sistema ambiental.

Área de influencia

El AI se encuentra en el sistema de topoformas:

205-0/01: Sistema de topoformas, lomerío de tobas con llanuras.

502-2/01: Sistema de topoformas, llanura con lomerío de piso rocoso o cementado.

Mientras que el AP se encuentra solo en el sistema de topoformas:

205-0/01: Sistema de topoformas, lomerío de tobas con llanuras.

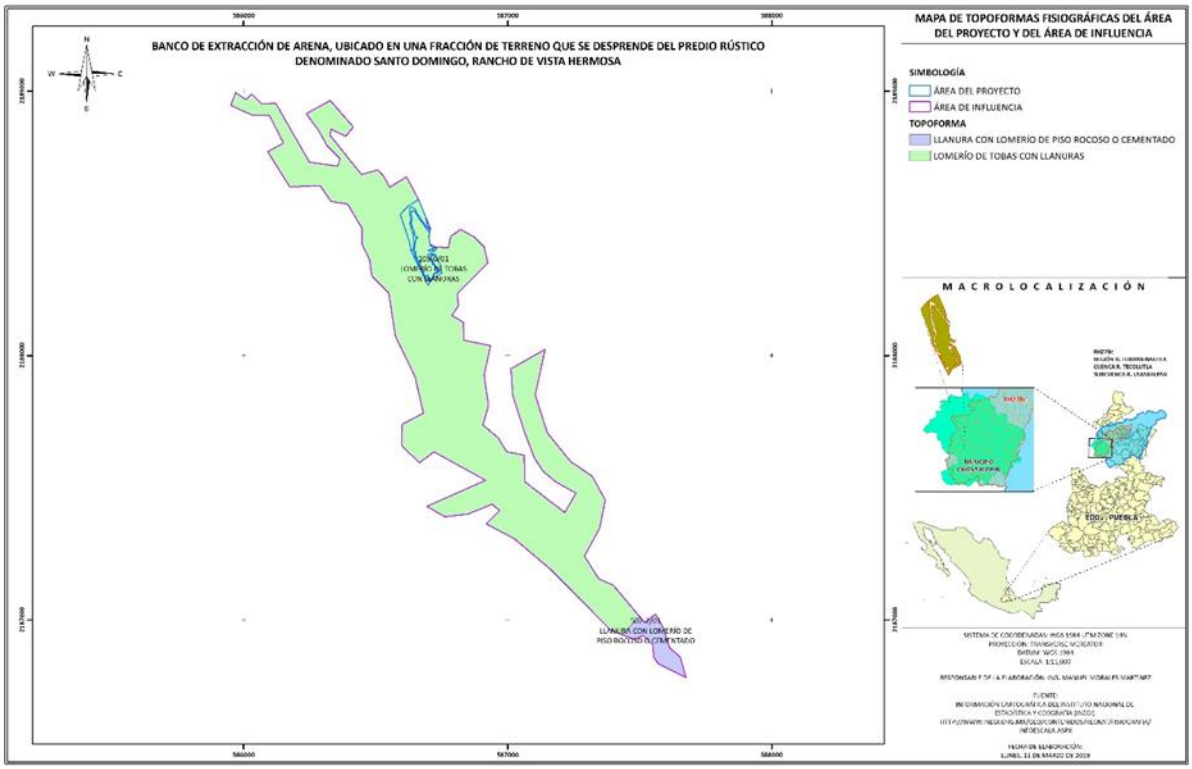


Figura IV.24. Topoformas fisiográficas del AI y AP.

Fracturas

La palabra fractura proviene del latín fractus, 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: NORTE-SUR ubicada a 8.46 km, NORTE-SUR ubicada a 5.82 km y la falla NORTE-SUR ubicada a 10.55 km de distancia del sistema ambiental como se muestra en la figura siguiente.

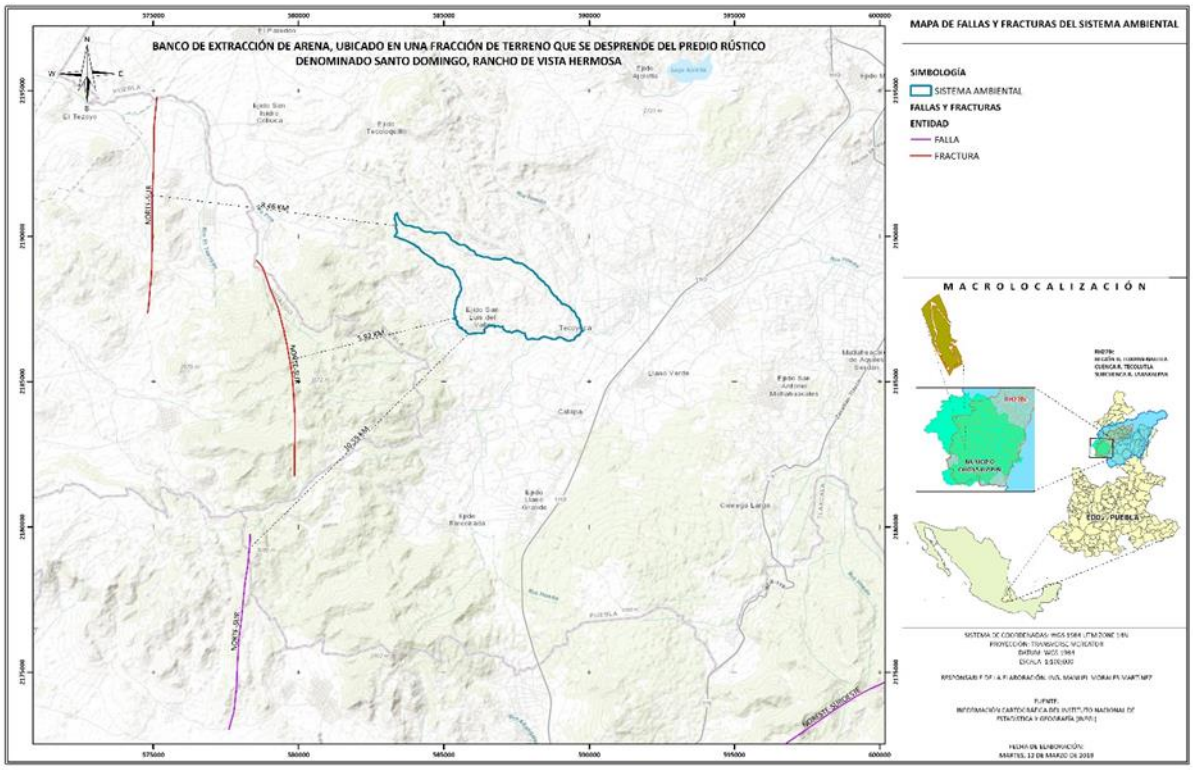


Figura IV.25. Fracturas dentro del SA.

Área de influencia y proyecto

En el área de influencia y área del proyecto no se encuentra inmersa ninguna falla o fracturas, las más cercanas son: NORTE-SUR ubicada a 11.26 km, NORTE-SUR ubicada a 7.17 km y la falla NORTE-SUR ubicada a 11.91 km de distancia del AI Y AP, como se muestra en la figura siguiente.

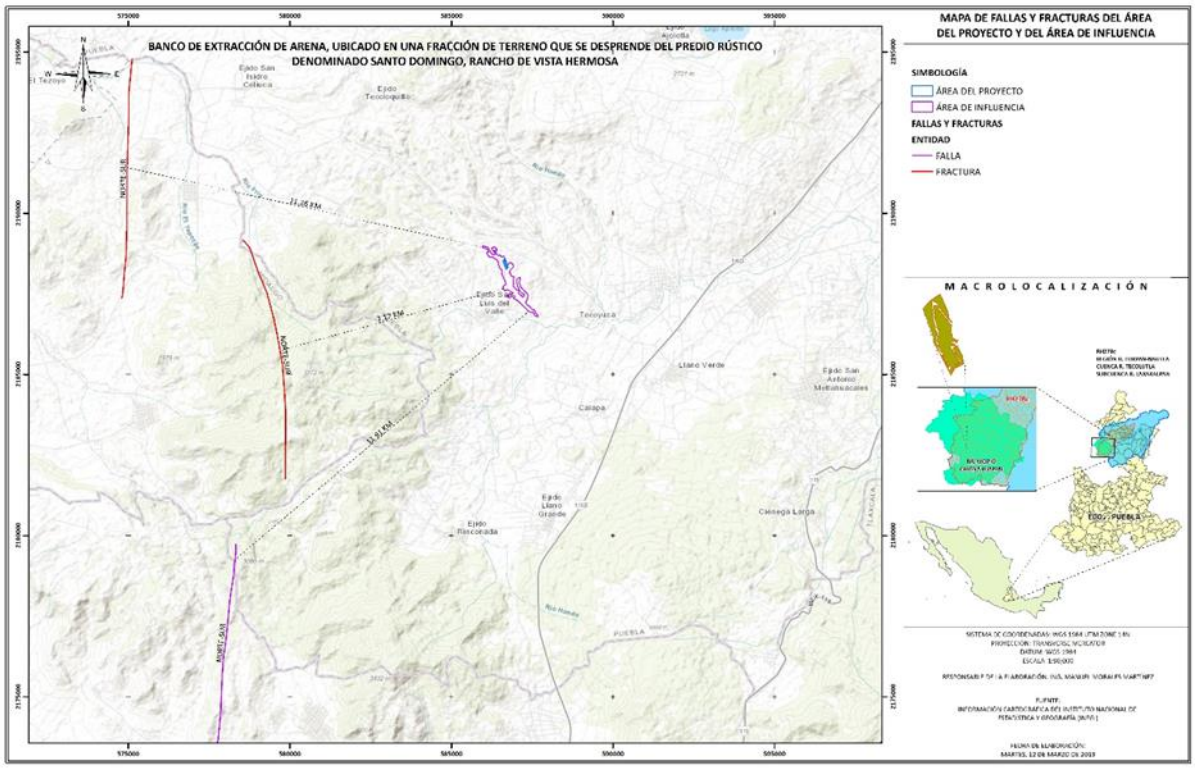


Figura IV.26. Fallas y fracturas dentro del AI y AP.

Exposición

Sistema ambiental

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

Cuadro IV.16. Exposiciones presentes en el sistema ambiental.

Exposición	Hectáreas	Porcentaje
PLANO	11.4244	1.060
NORTE	64.7065	6.006
NORESTE	149.3165	13.859
NOROESTE	15.8223	1.469
ESTE	151.6782	14.079
OESTE	46.7672	4.341
SUR	240.7929	22.350
SURESTE	270.9584	25.150
SUROESTE	125.8927	11.685
Total	**1077.3591**	**100**

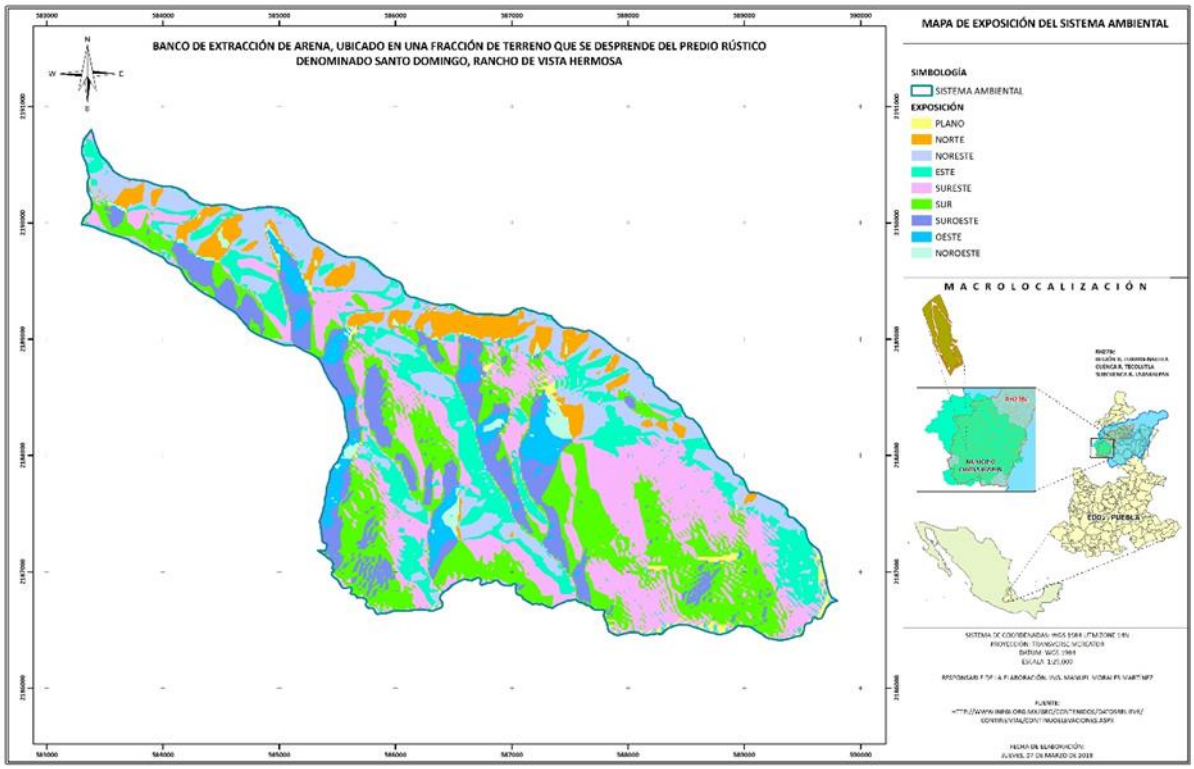


Figura IV.27. Exposiciones del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Cuadro IV.17. Exposiciones en el área de influencia y área del proyecto.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE	PORCENTAJE
NORESTE	12.3205	19.40
ESTE	21.9515	34.56
SURESTE	3.0538	4.81
SUR	5.9529	9.37
SUROESTE	15.8947	25.02
OESTE	3.8122	6.00
NORTE	0.0698	0.11
NOROESTE	0.4608	0.73
TOTAL	**63.5162**	**100**

En relación a la exposición, en el área de influencia y área del proyecto predomina la exposición Este.

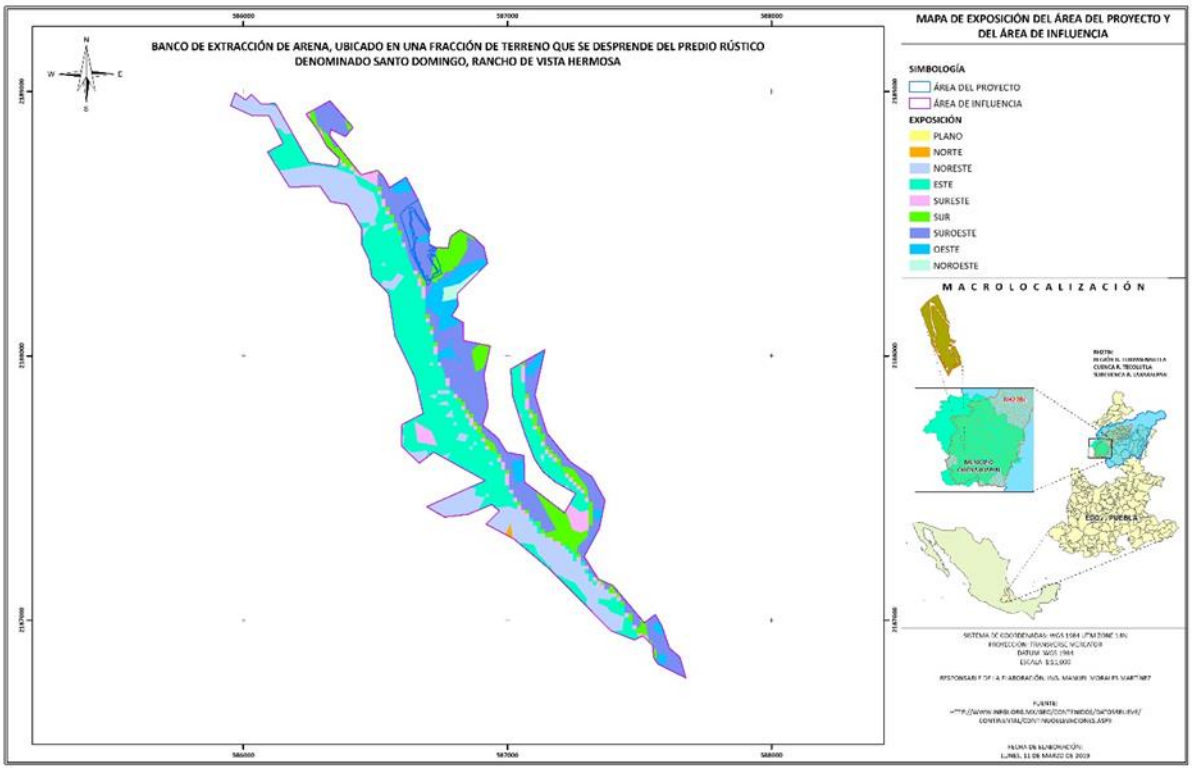


Figura IV.28. Exposiciones del área del proyecto y área de influencia.

Geología

Desde el punto de vista geológico, la Sierra Norte de Puebla forma parte de tres provincias morfotectónicas: 1) Sierra Madre Oriental, 2) Eje Neovolcánico Transmexicano y 3) Planicie Costera del Golfo (Ferrusquía, 1993).

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 SA ambiental se puede observar el siguiente tipo de geología:

Ts (Igea): Era cenozoica, terciario superior con rocas ígneas extrusivas acidas.

Ígneas

Las rocas ígneas se forman por la cristalización de un magma, una masa viscosa de silicatos fundidos que se originan en el interior de la corteza terrestre o en el manto superior, allí donde la temperatura asciende hasta los 700oC o más, que son las temperaturas necesarias para fundir a la mayoría de las rocas.

Cuando el magma se enfría en el interior de la corteza, la pérdida de calor es muy lenta y por lo tanto los cristales que se forman a partir de éste tendrán suficiente tiempo como para crecer y formar una roca ígnea de grano grueso, sin embargo, si el magma es expelido bruscamente hacia la superficie como lo hace un volcán, su enfriamiento y solidificación es muy rápido, y por lo tanto los cristales no tienen tiempo para un crecimiento gradual.

En estas circunstancias, se formarán una gran cantidad de pequeños cristales y el resultado final será una roca de grano fino. A partir de esto podemos decir que, en base al tamaño de los cristales, los geólogos distinguen dos grandes subgrupos de rocas ígneas: las intrusivas, enfriadas en el interior de la corteza, y las extrusivas, enfriadas en la superficie.

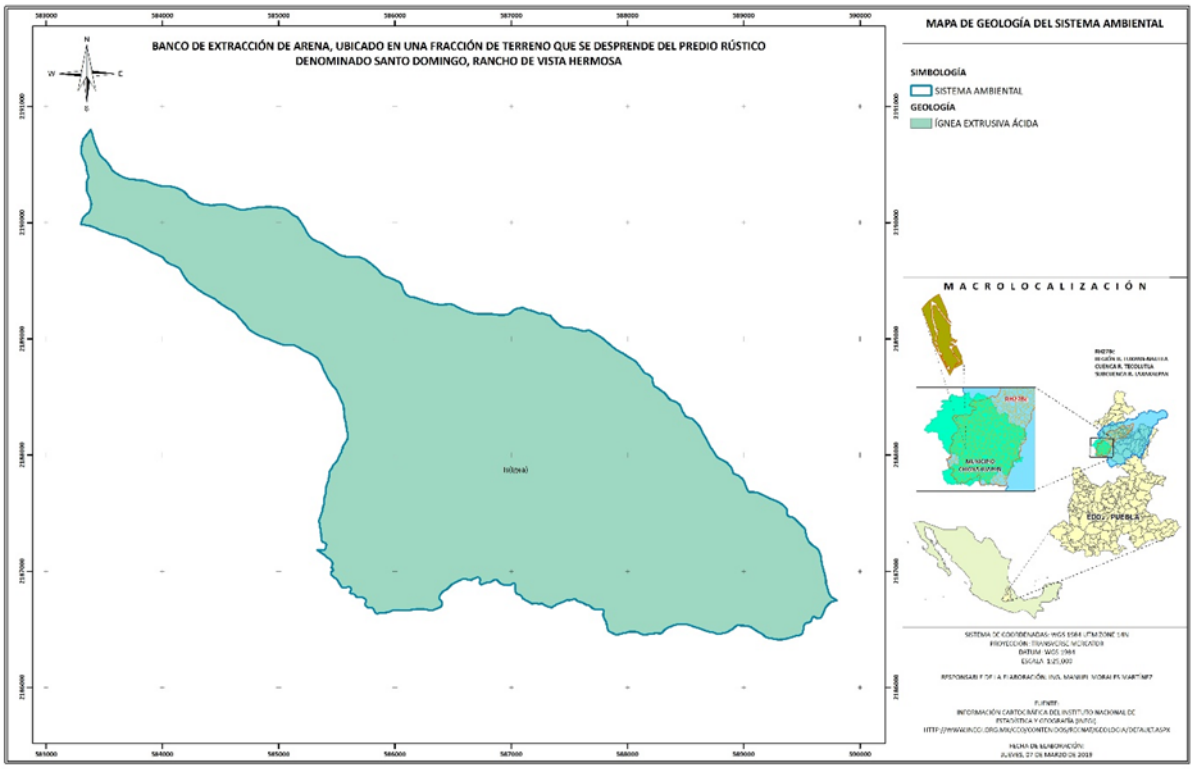


Figura IV.29. Características geológicas del sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto

Al igual que SA la geología presente en el área del proyecto y área de influencia es la Ts (Igea): Era cenozoica, terciario superior con rocas ígneas extrusivas acidas, tal y como se muestra en la figura siguiente.

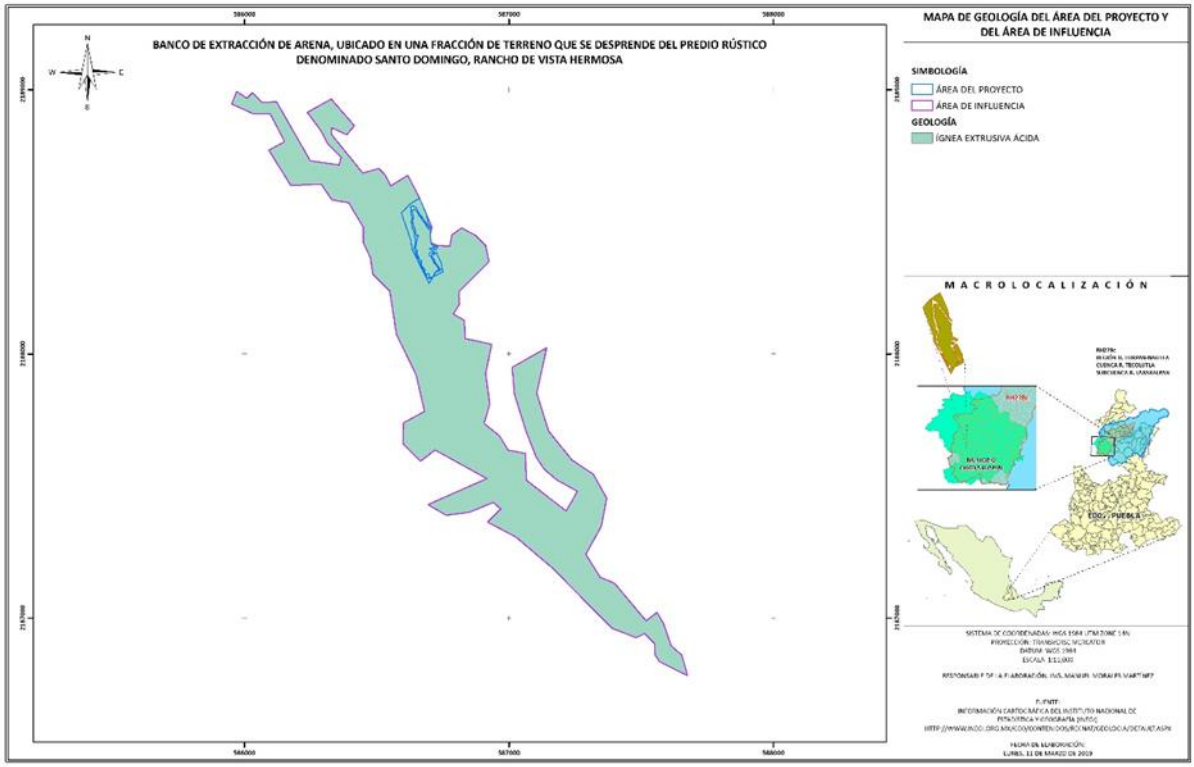


Figura IV.30. Características geológicas del área del AI y AP.

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 dentro del SA y representados en la figura siguiente.

Cuadro IV.18. Elevaciones del sistema ambiental.

ID	Nombre	Tipo
1	Blanco	Cerro
2	Vista hermosa	Cerro
3	Tecajete	Cerro

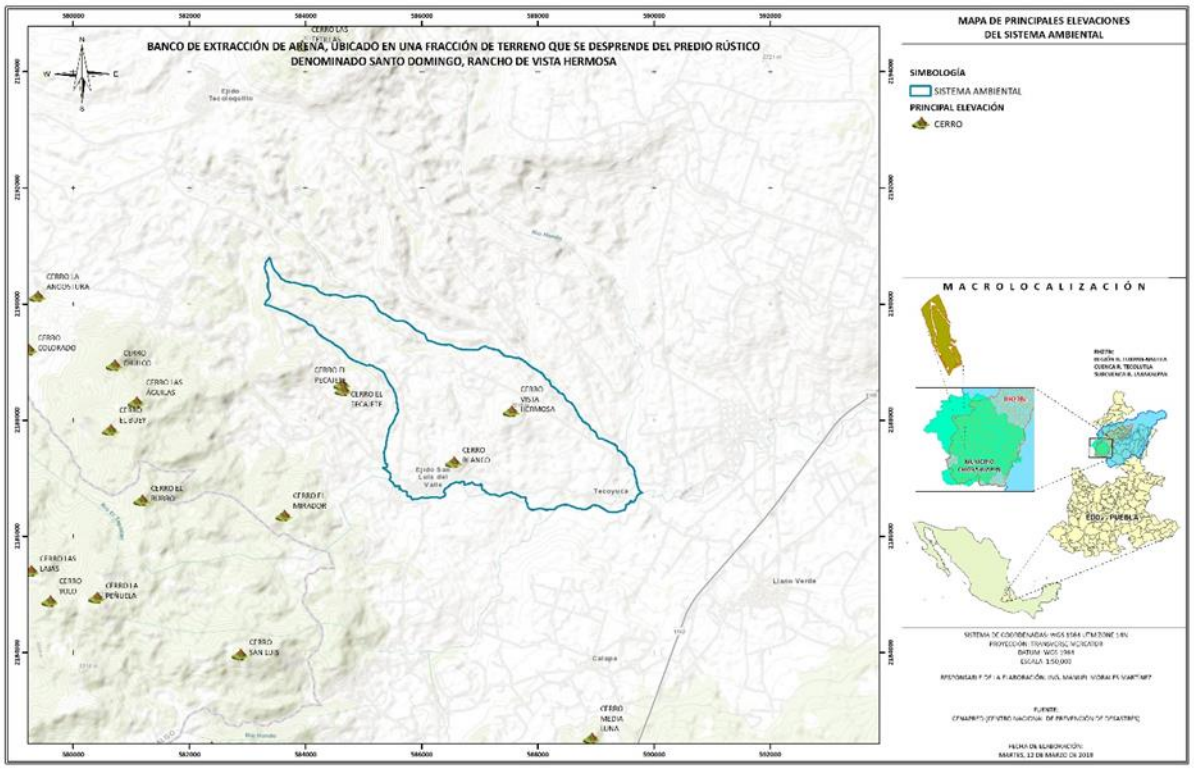


Figura IV.31. Mapa de las partes altas del SA.

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: cerro blanco ubicado a 0.22 km, cerro vista hermosa a 0.47 km y cerro el tecajete ubicado a 1.5 km.

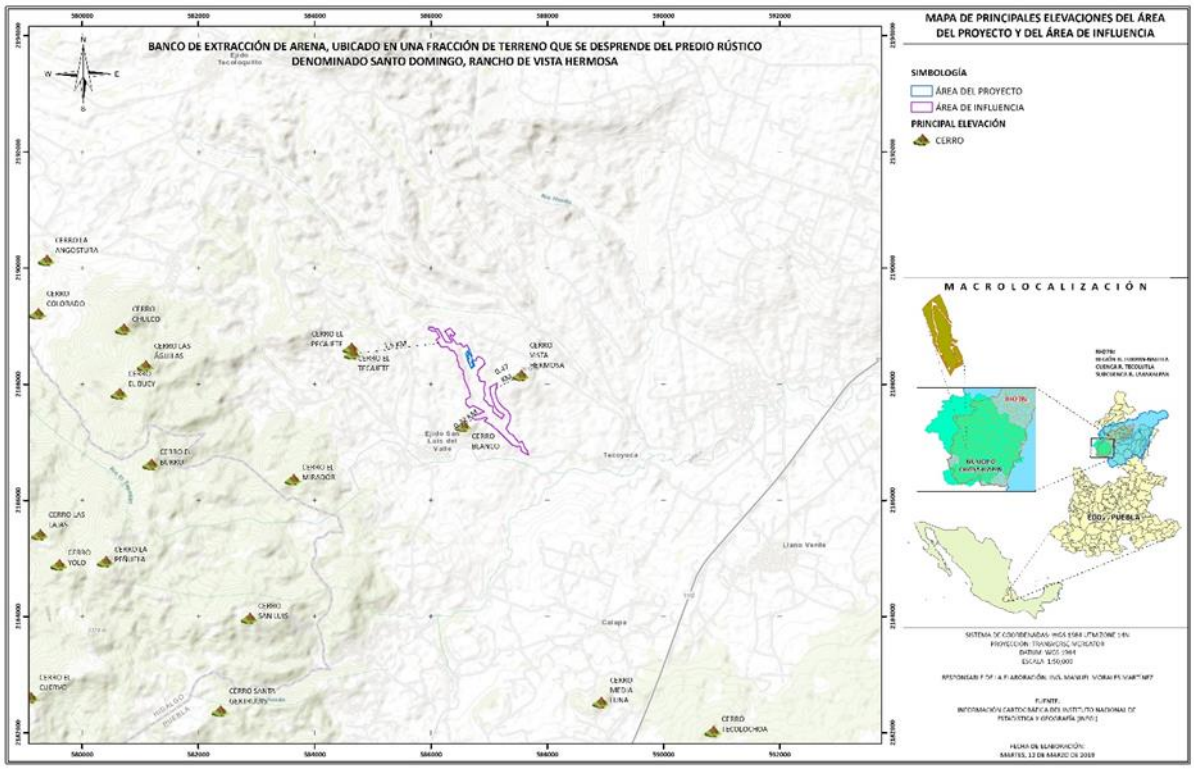


Figura IV.32. Mapa de las partes altas del AI y AP.

Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Sistema ambiental

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

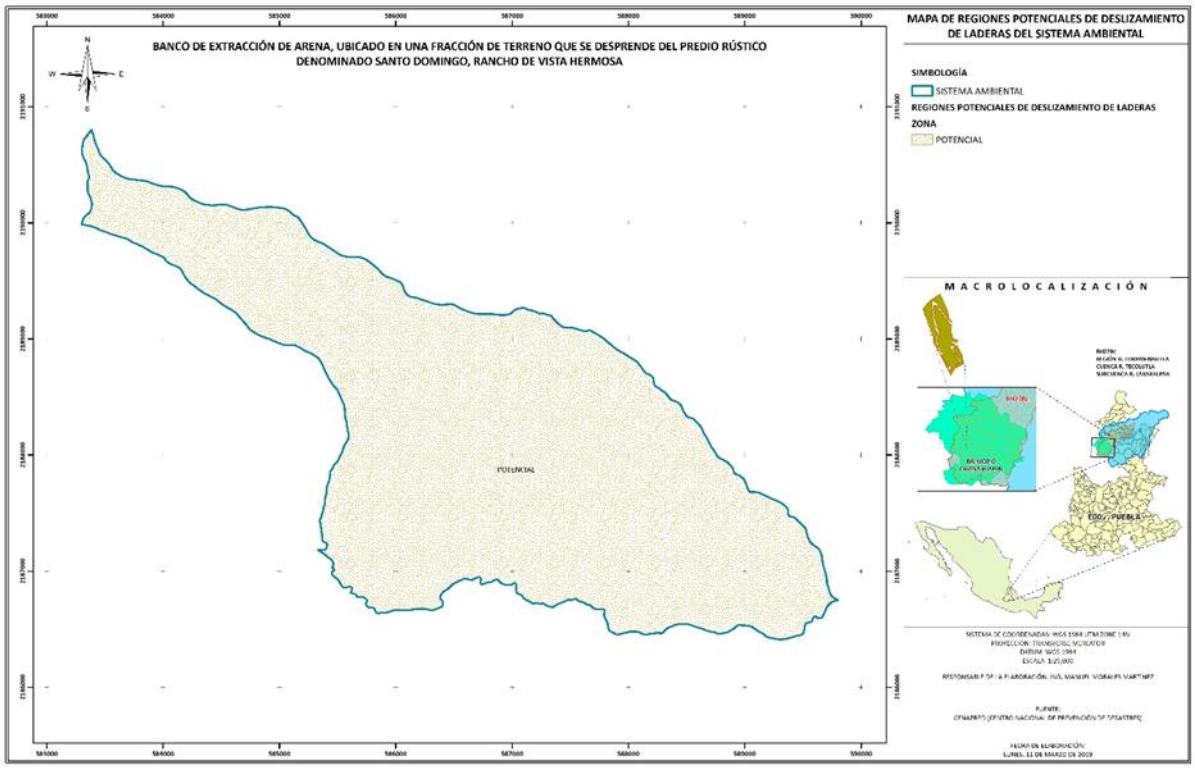


Figura IV.33. Mapa de región potencial de deslizamiento de laderas del SA.

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.

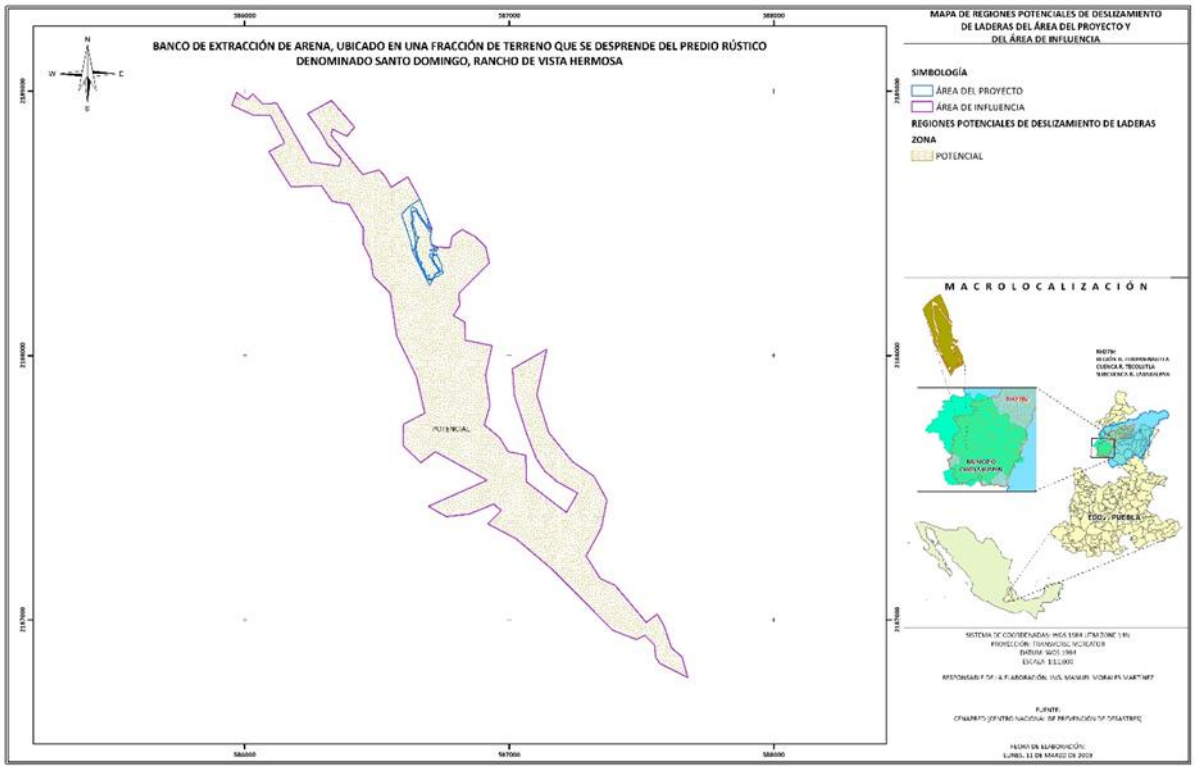


Figura IV.34. Mapa de región potencial de deslizamiento de laderas del AI y AP.

Regionalización sísmica

Sistema ambiental

El SAR corresponde a la zona con peligro medio de sismicidad como se puede obsrvar en la siguiente figura.

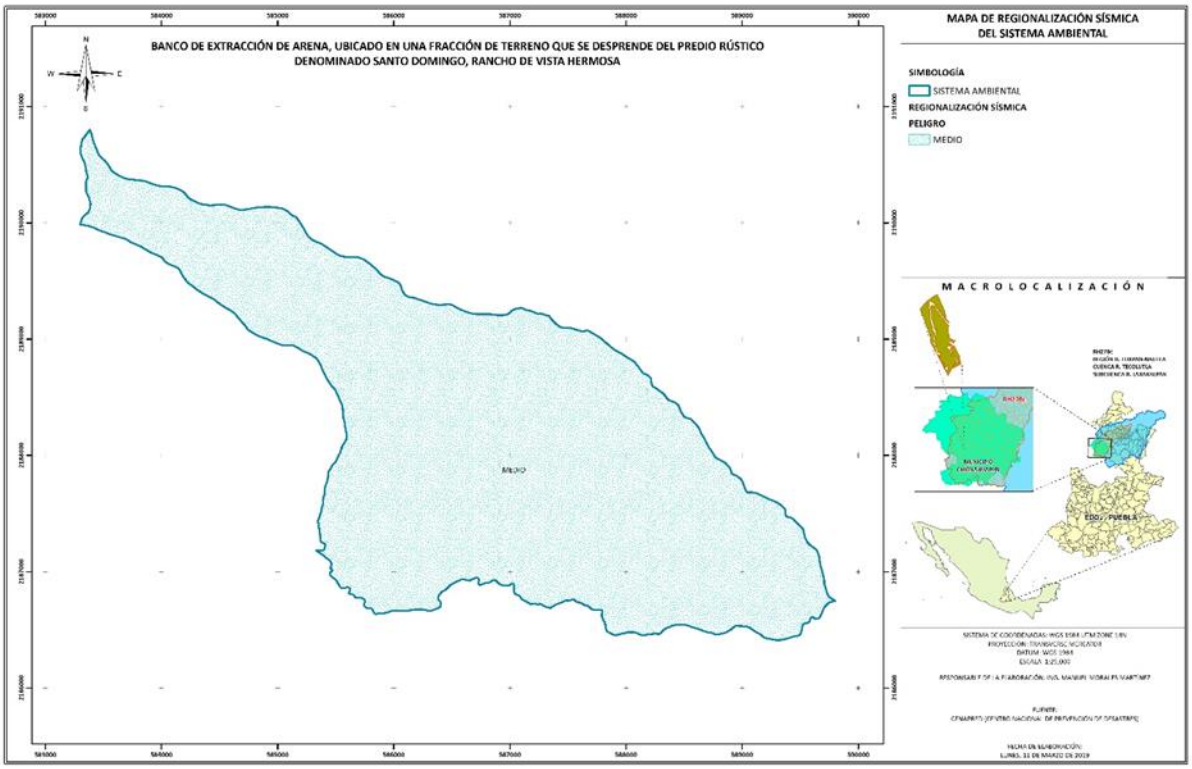


Figura IV.35. Mapa de sismicidad dentro del SA.

Área de influencia.

De igual manera el área de influencia y proyecto corresponden a la zona con peligro medio de sismicidad, como se muestra en el cuadro y la figura siguiente.

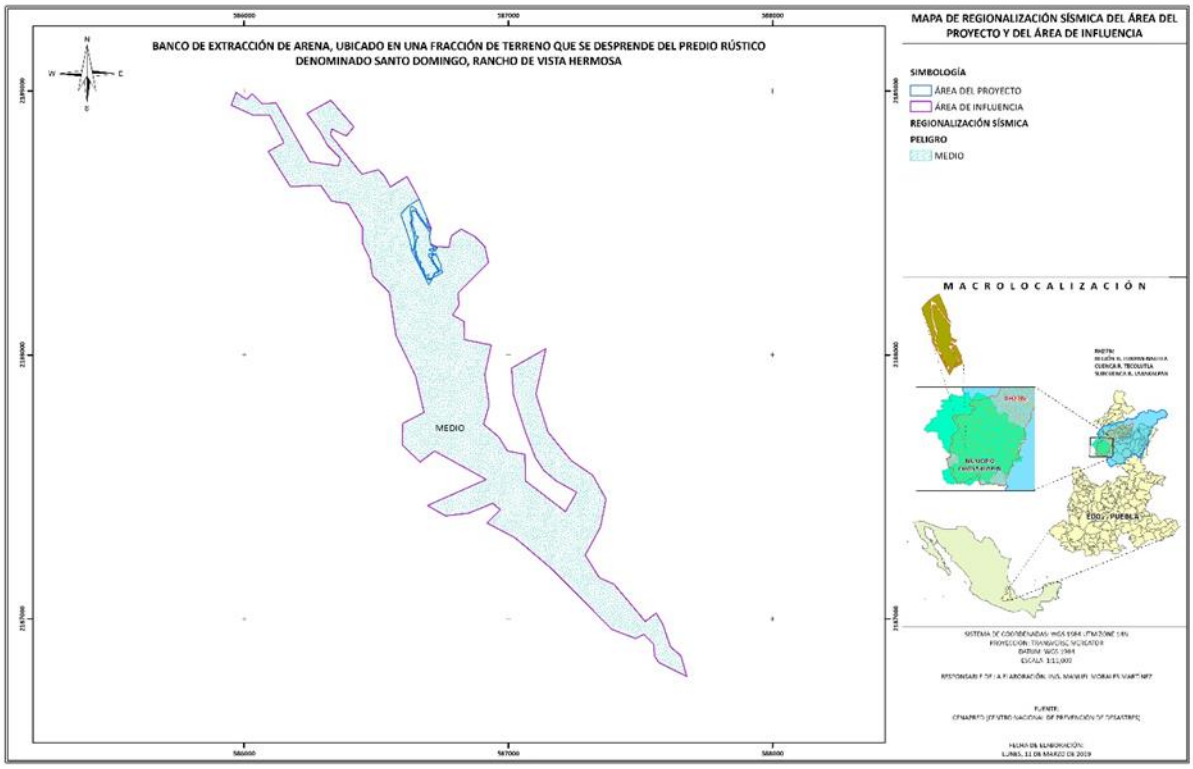


Figura IV.36. Mapa de sismicidad dentro del AI y AP.

Riesgo por inundación

Sistema ambiental

El riesgo por inundación del SA es alto.

Cuadro IV.19. Índices de riesgo por inundación en el SA.

MUNICIPIO	PELIGRO	SUPERFICIE (HA)
Chignahuapan	Alto	1,077.3591

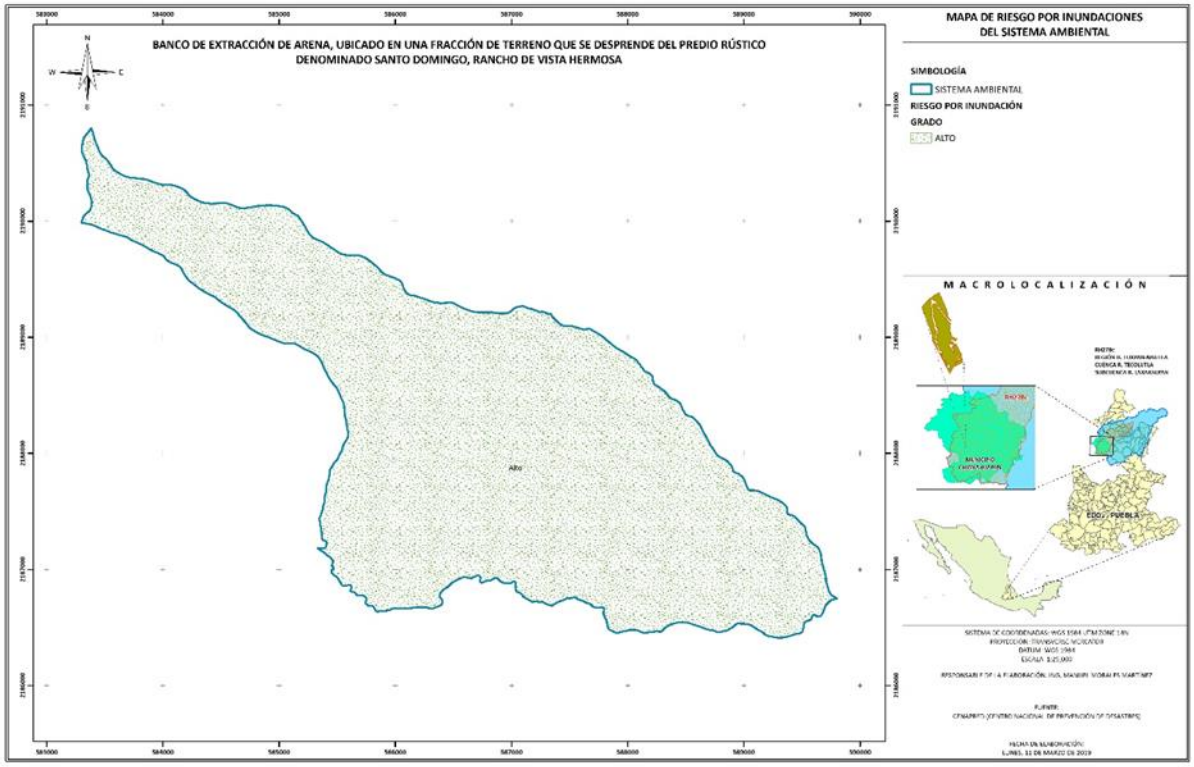


Figura IV.37. Mapa de riesgo por inundación dentro del SA.

Área de influencia y área del proyecto

De la igual manera el riesgo por inundación del área de influencia y área del proyecto es alto.

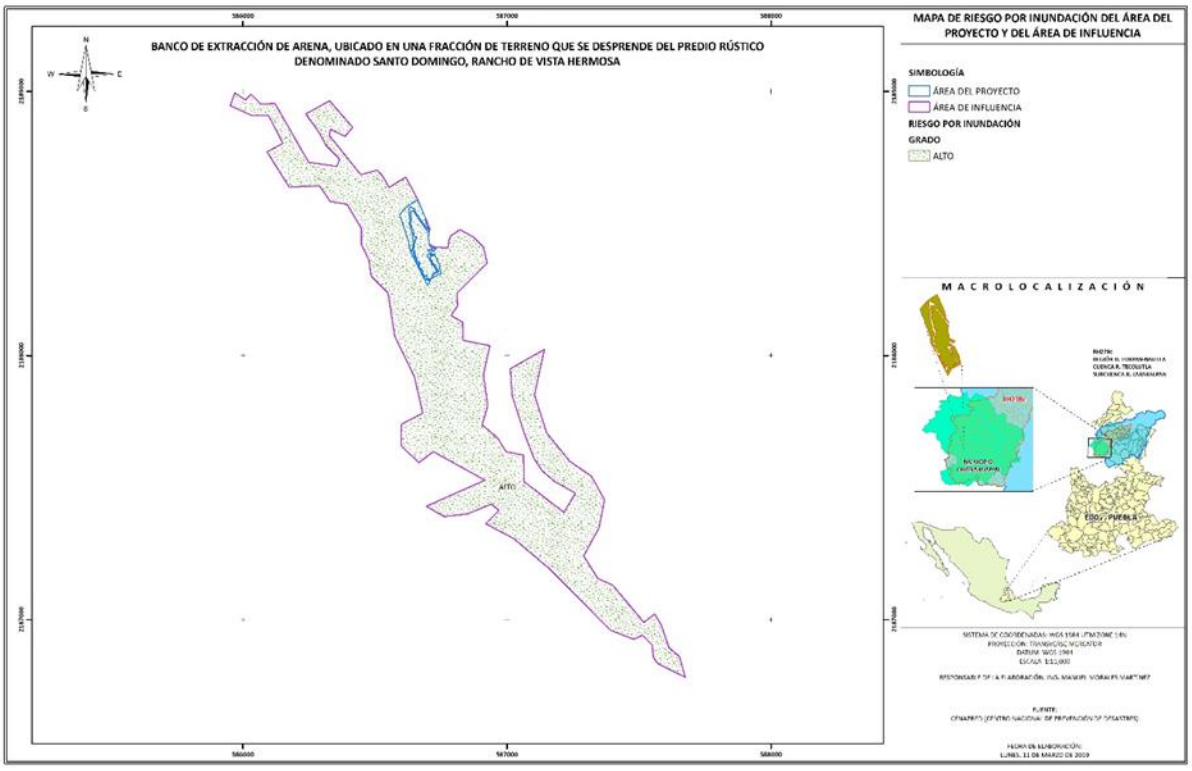


Figura IV.38. Mapa de riesgo por inundación dentro del AI y AP.

Vulcanismo.

Sistema ambiental

Dentro del sistema ambiental no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son: Cerro Grande ubicado a 27.97km, Apan-Tezotepec ubicado a 34.19km y una caldera denominada Acoculco ubicada a 18.84 km.

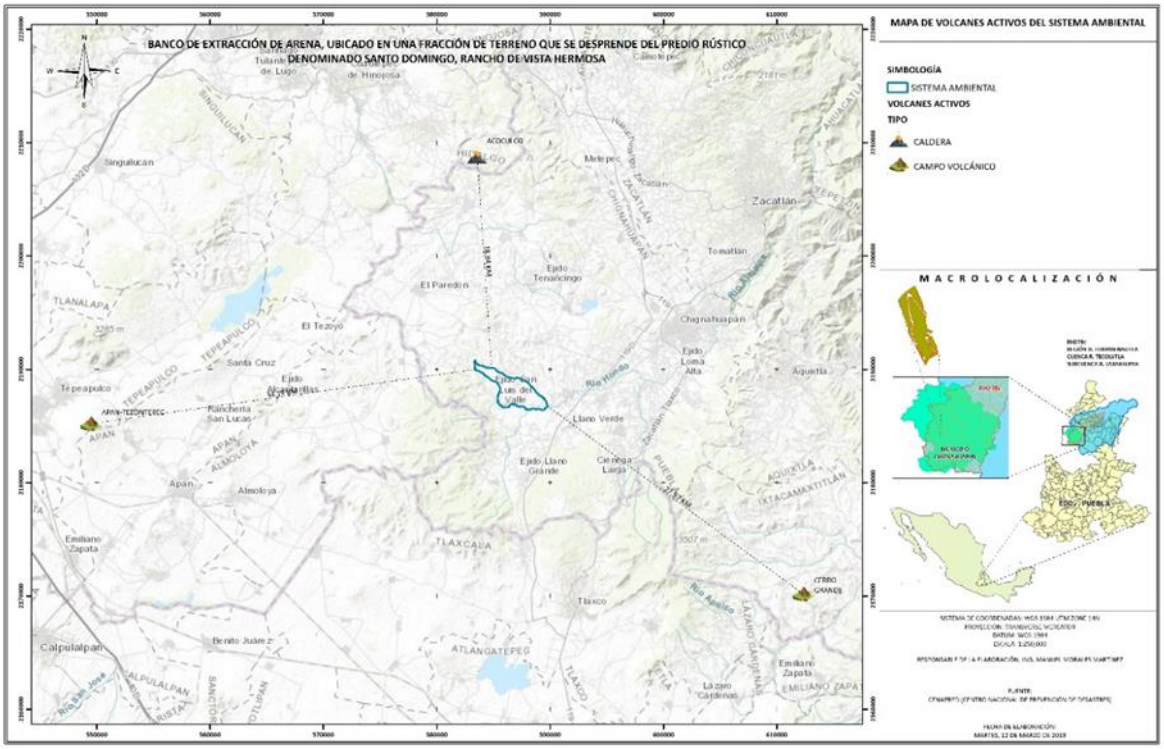


Figura IV.39. Mapa de volcanes activo cercanos al SA.

De igual manera en el área del proyecto y en el área de influencia no se encuentra ningún tipo de volcán, los más cercanos son: Cerro Grande ubicado a 29.76km, Apan-Tezotepec ubicado a 36.89km y una caldera denominada Acoculco ubicada a 20.18km, como se muestra en la siguiente figura.

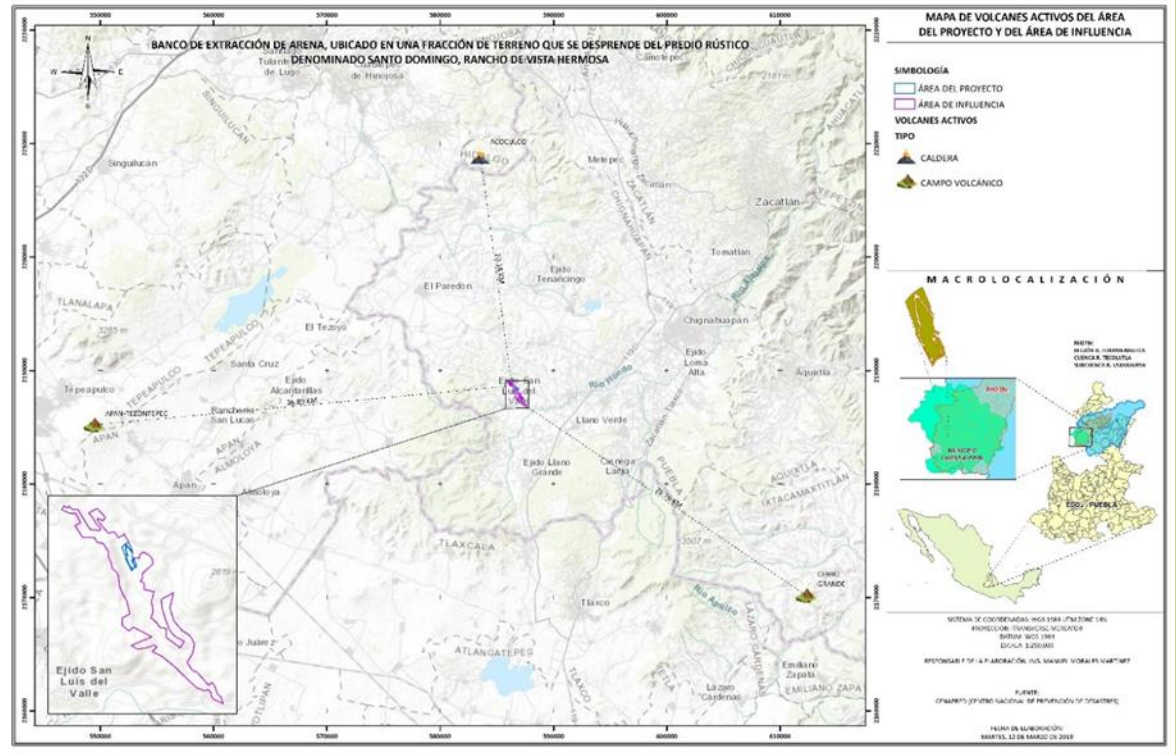


Figura IV.40. Mapa de volcanes activo cercanos al AI y AP.

IV.3.1.1.4 EDAFOLOGÍA

Los suelos de la región en la que se encuentra el SA son margas arenosas de buen espesor, este tipo de suelo se encuentra en un proceso de podzolización, lo cual es característico en lugares con vegetación de clima templado. Dentro de las principales propiedades físicas y químicas de los suelos, se pueden señalar las siguientes: Poseen un buen drenaje con perfil completamente lixiviado de carbonatos, arcillas con reacción ácida, estructura granular y textura migajón arenosa.

Sistema ambiental

Específicamente, el tipo de suelo que se encuentran en la superficie del SA se describe a continuación:

Be+Rd/2: Suelo principal Cambisol eútrico, suelo secundario regosol dístrico, la clase textural media.

Las características de los suelos principales localizados en el SA son las que se describen a continuación:

Cambisoles

El término Cambisol deriva del vocablo latino "cambiare" que significa cambiar, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial.

El perfil es de tipo ABC. El horizonte B se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original, por la usencia de cantidades apreciables de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio, de origen iluvial. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas. Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases. En zonas de elevada pendiente su uso queda reducido al forestal o piscícola.

La textura de estos suelos es de migajón arenoso en la superficie y de migajón arcilloarenoso 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 esté intercambio se encuentran saturadas con cantidades moderadas a altas de calcio y magnesio y moderadas de potasio; son ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos.

Cambisol eútrico, del griego eu: bueno. Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos, formado sobre materiales ígneos entre las localidades de Ciénega larga y San Antonio Matlahuacales, presenta una capa superficial de color pardo que sobreyace a un horizonte en el cual se forman terrones.

Cambisol 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.

Regosol

El término 'Regosol' proviene del griego Rhegos, 'manto' o 'cobija' y se denominan así por ser la capa de material suelto que cubre la roca, es decir son suelos minerales muy débilmente desarrollados, someros y claros similares a la roca que les dio origen, y por tanto poseen una alta susceptibilidad a la erosión (FitzPatrick, 1984).

Se encuentran extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Sus características de poca profundidad y alta pedregosidad los hacen poco atractivos para el desarrollo de la agricultura. Por lo mismo, muchos Regosoles se usan para pastoreo extensivo (IUSS, 2007).

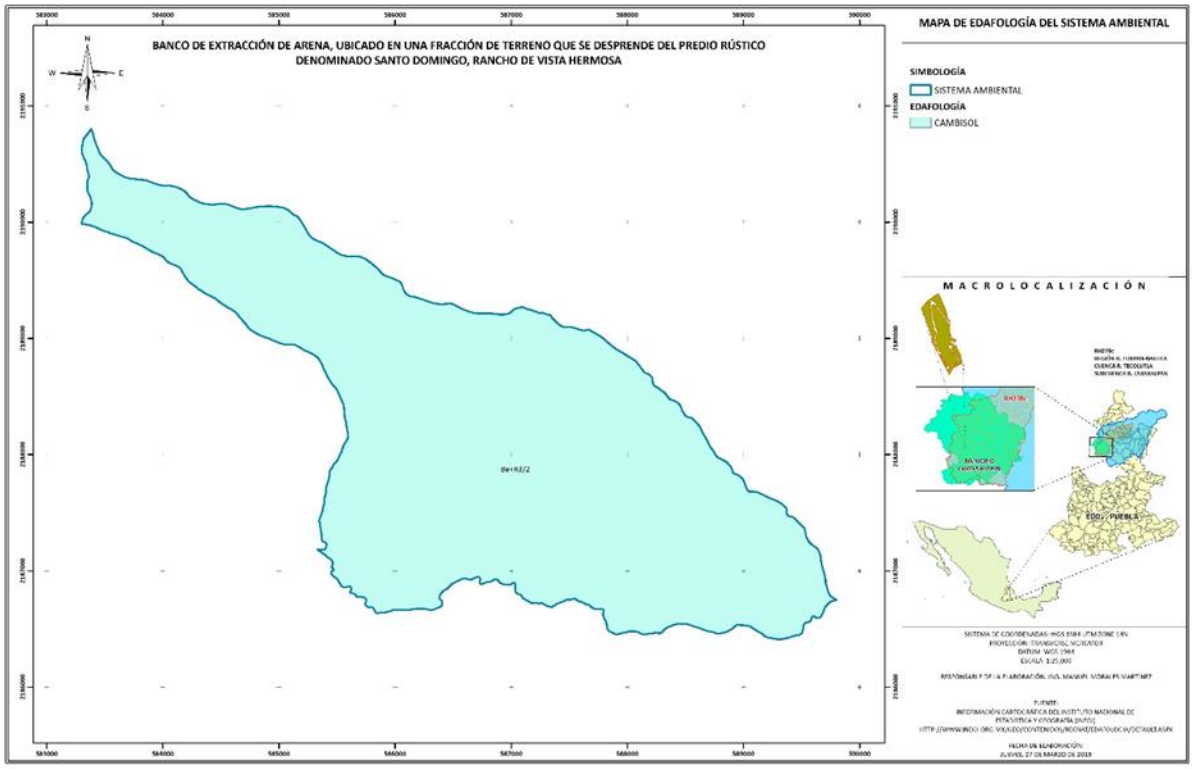


Figura IV.41. Tipos de suelos existentes en el sistema ambiental.

Área de influencia y área del proyecto<

El tipo de suelo presente en el área de influencia y área del proyecto es el **Be+Rd/2**: Suelo principal cambisol eútrico, suelo secundario regosol dístrico, la clase textural media, mismo que se encuentra en el SA.

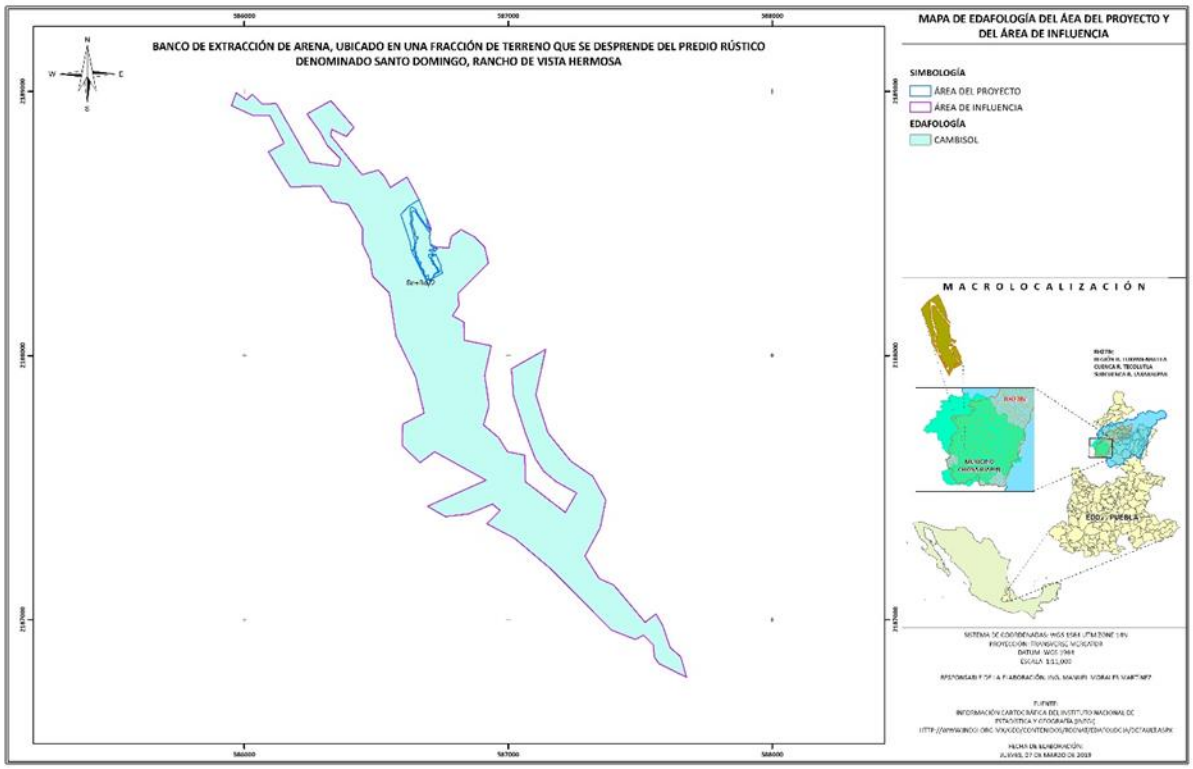


Figura IV.42. Tipos de suelo existente en el área del proyecto y área de influencia.

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. METODOLOGIA EROSIÓN Y BALANCE H.,** donde se determinó la perdida de suelo existente en las superficies de interés (sistema ambiental, área del proyecto y área de influencia) 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.20. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del sistema ambiental.

Unidad de análisis	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
SA E.H.	155.31		159.8	1.0000	0.3000	0.35	0.268	**4.49**	Ligera
SA E.E.		41.86		1.0000	1.2500	0.35	0.268	**14.00**	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 0-8%.

Cuadro IV.21. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área de influencia.

Unidad de análisis	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
AI E.H.	155.31		159.8	1.0000	0.3000	0.35	0.215	**3.61**	Ligera
AI E.E.		41.86		1.0000	1.2500	0.35	0.215	**11.24**	Sin erosión

Cuadro IV.22. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto sin remoción.

Unidad de análisis	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
AP E.H.	155.31		159.8	1.0000	0.3000	3.5	0.100	**16.78**	Moderada
AP E.E.		41.86		1.0000	1.2500	3.5	0.100	**5.23**	Sin erosión

Cuadro IV.23. Cálculo de la erosión hídrica y eólica del área del proyecto con remoción.

Unidad de análisis	PECRE	IAVIE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión laminar (Ton/Ha/año)	Clase de degradación
AP E.H.- con remoción	155.31		159.8	1.0000	0.3000	3.5	0.4000	**67.13**	Alta
AP E.E.- con remoción		41.86			1.2500		0.4000	**20.93**	Ligera

Para el caso del área de influencia y área del proyecto (sin remoción y con remoción), la erosión hídrica es moderada y alta, mientras que la erosión eólica se encuentra en un grado considerado como sin erosión y ligera, por lo que para mitigar esta pérdida de suelo se proponen obras de conservación, las cuales se describen en el capítulo VII del presente documento.

Nota: Sse presenta la memoria de cálculo de erosión en las tres unidades de análisis, (**ANEXO 15. MEMORIAS CÁLCULO, 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 siguiente región hidrológica.

RH 27Bc: Región hidrológica Tuxpan-Nautla, Cuenca Río Tecolutla, Subcuenca Río Laxaxalpan.

Región Tuxpan-Nautla (RH27)

Se extiende en la Planicie Costera del Golfo Norte, y parte de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental; ocupa casi toda la parte norte del estado de Puebla (24.56% de la superficie de la entidad). Dentro del estado, el límite sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente norte de la caldera de los Humeros. Desde esta zona, la región se extiende hasta los estados de Veracruz-Llave Hidalgo. En la entidad está representada por las cuencas (A), Río Nautla; (B), Río Tecolutla; (C), Río Cazones y (D), Río Tuxpan.

Esta zona es la más lluviosa del estado; se registran precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3 000 mm al año; en el área de Cuetzalan se tienen medias anuales de más de 4, 000 mm, pero se han llegado a registrar hasta seis mm. La temperatura media anual, oscila desde 14°C en las partes más altas de la sierra, hasta 24°C en los dominios de la planicie costera.

Cuenca Tecolutla (27B).

Abarca la mayor parte de la sierra Norte de Puebla; se extiende desde el límite sur de la región hidrológica, hasta la altura de las localidades de Zihuateutla, Xicotepec de Juárez y Huauchinango y ocupa una superficie en el estado, del 17.46% de la superficie estatal, aproximadamente. Las corrientes derivadas de esta zona confluyen para formar el caudaloso río Tecolutla en Veracruz. Estas corrientes y sus áreas de captación pluvial, constituyen las subcuencas: A, Río Tecolutla; B, Río Necaxa; C, Río Laxaxalpan; D, Río Tecuantepec; E, Río Apulco y F, Río Joloapan.

El rango de escurrimiento es variable, aunque en general se estima del 10 al 20% dada las fuertes pendientes que predominan en la zona, aun cuando exista una cubierta de vegetación espesa. En las zonas desforestadas, que desafortunadamente van en aumento, dicho rango llega a ser de más del 30%. Esta situación acarrea efectos negativos inmediatos, como son: la erosión del suelo, un más rápido ensolvamiento de los bordos y presas, así como el recrudecimiento de los efectos de las inundaciones durante los intensos períodos de lluvias, especialmente los relacionados con la presencia de huracanes.

Esta zona alberga un buen número de embalses de importancia dentro del estado, dada la presencia de abundantes corrientes permanentes. Entre los de mayor capacidad, figuran los siguientes: Los Reyes (Omiltepec), La Laguna (Tejocotal), Necaxa, Nexapa, Tenango y La Soledad; todas ellas con una capacidad de almacenamiento superior a los 15 Mm3. El uso al que se destinan estos embalses es la generación de energía eléctrica (Síntesis Geográfica de Puebla).

Subcuenca Río Laxaxalpan. (Bc)

Esta corriente nace en el estado de Tlaxcala a una altitud de 3 250 msnm, en el cerro Peñón del Rosario a 11 km de Tlaxco, Tlaxcala, pasa a 20 km al oeste de Chignahuapan Pue., originalmente no tiene nombre, después es conocido como río Tecoyuca, tiene un curso general hacia el noreste y 5 km al sur de Chignahuapan cambia su nombre por el de río Laxaxalpan, 18 km aguas debajo de este sitio se encuentra la estación hidrométrica Toma no. 26. El río, continua su curso con dirección al noreste por zonas montañosa y pequeños valles, pasa al oriente de Zacatlán y a 5 km al sureste de Chiconcuautla se le unen por su margen izquierda los ríos Hueyapan, Tepeixco, Tlaxco y Zempoala, en todas las corrientes hay estaciones hidrométricas con el nombre de la corriente a excepción de la ubicada en el río Hueyapan, la que se denomina Cuamanala. Posteriormente, el río Laxaxalpan cambia su curso hacia al este-noreste para cruzar los límites con el estado de Veracruz uniéndosele 20 km después de estos límites al río Necaxa, para ser así uno de los principales afluentes del río Tecolutla.

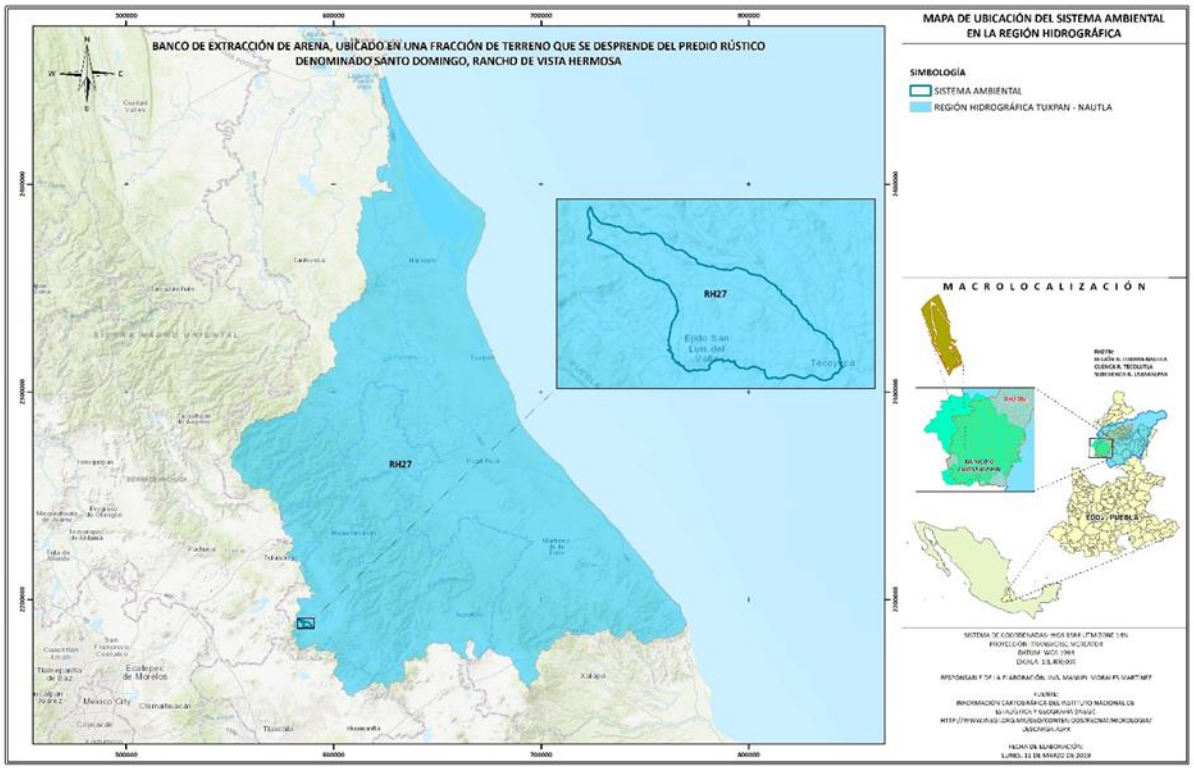


Figura IV.43. Sistema ambiental dentro de la región hidrográfica.

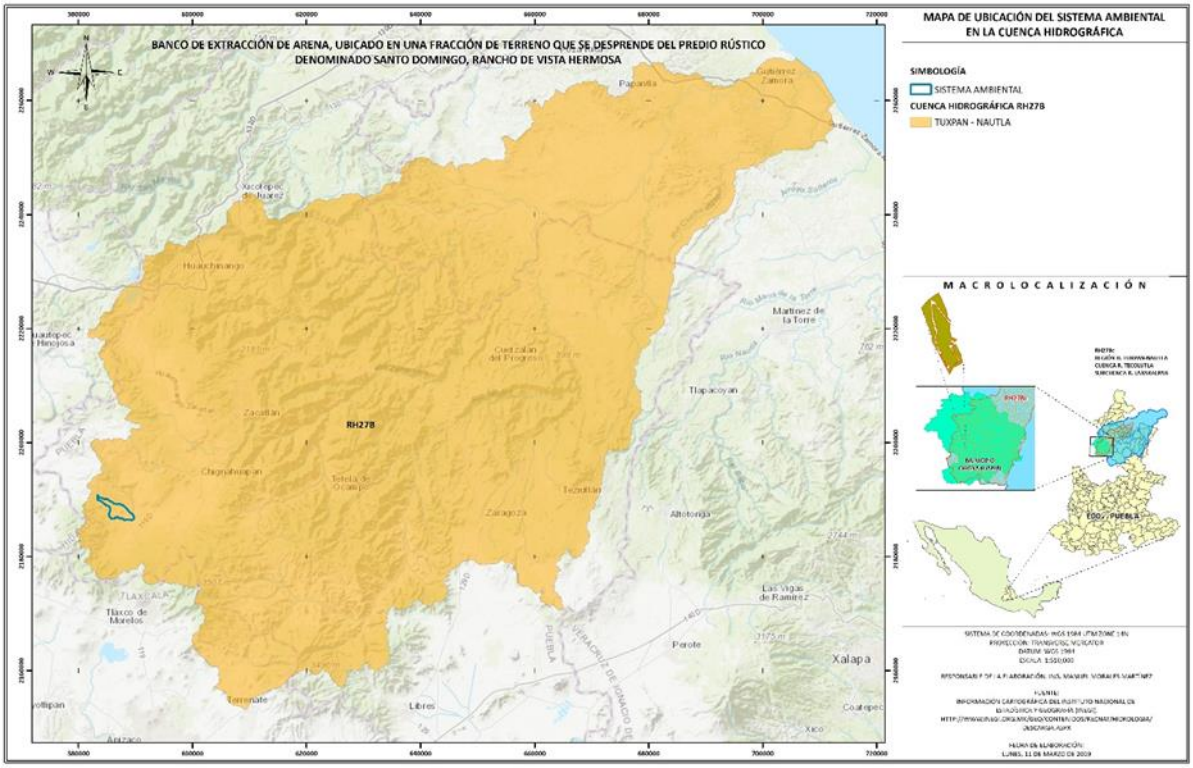


Figura IV.44. Sistema ambiental dentro de la cuenca.

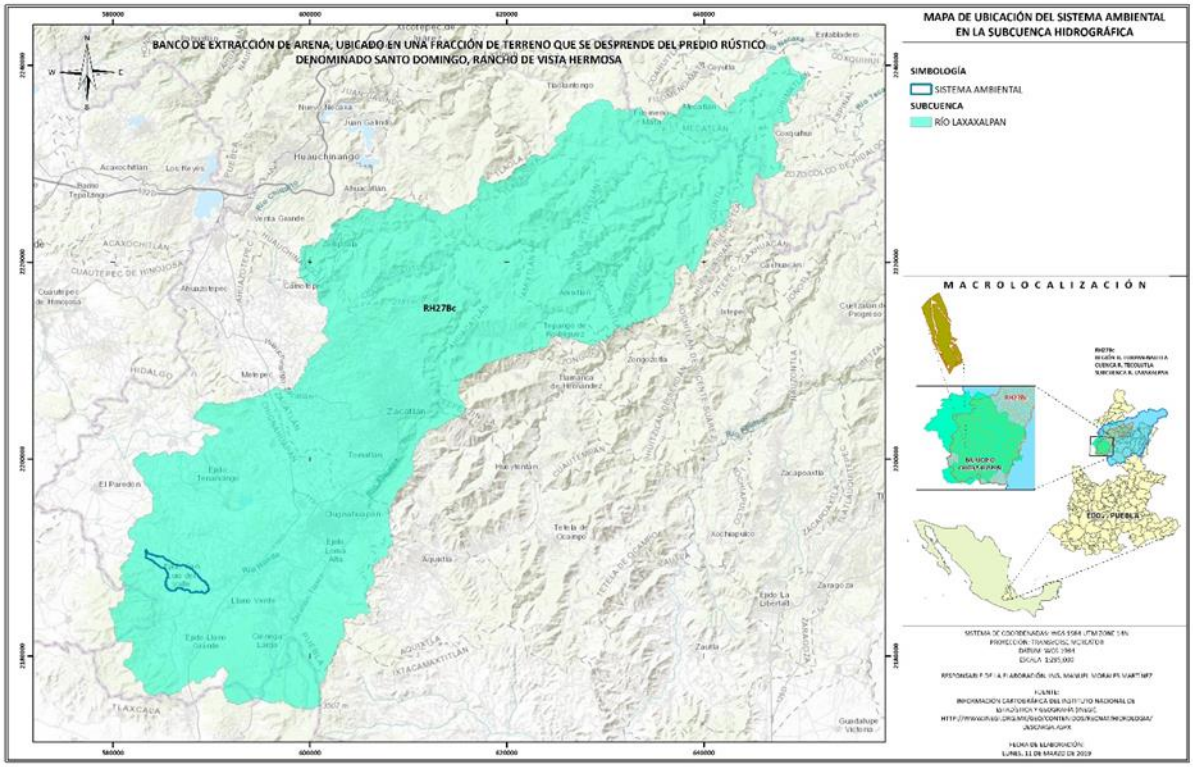


Figura IV.45. Mapa del sistema ambiental en la subcuenca.

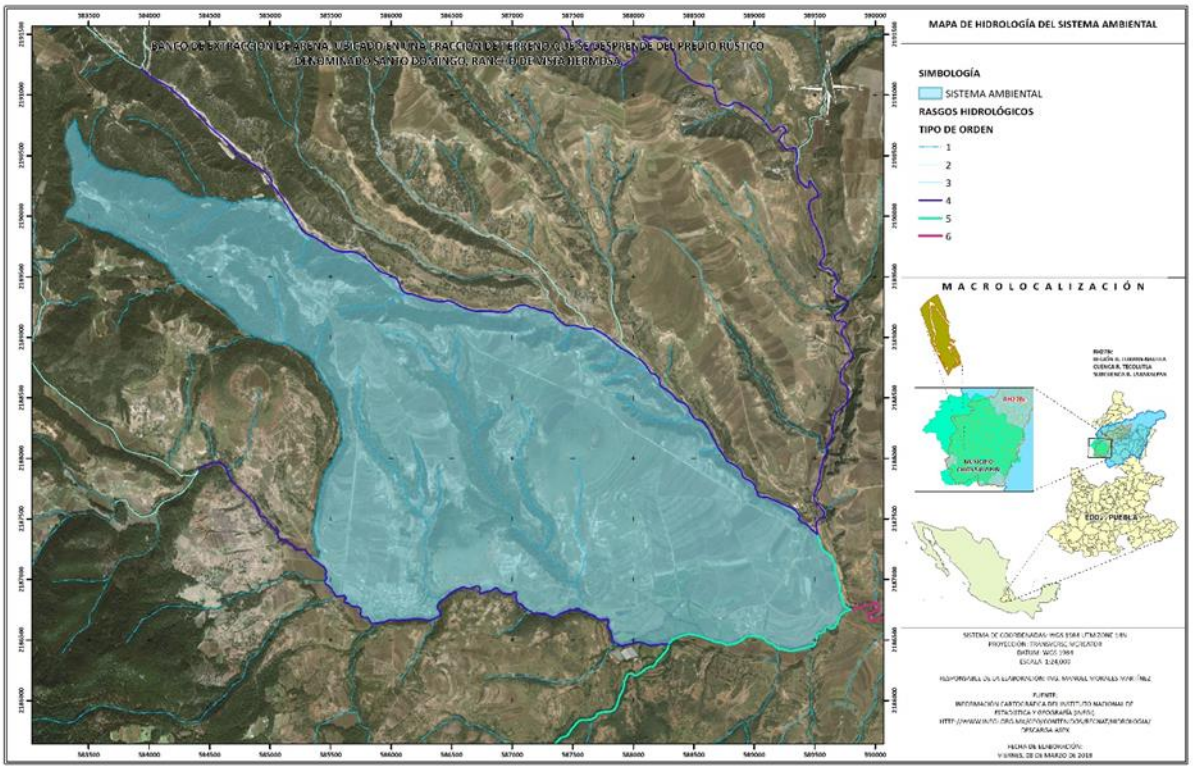


Figura IV.46. Hidrología superficial del sistema ambiental.

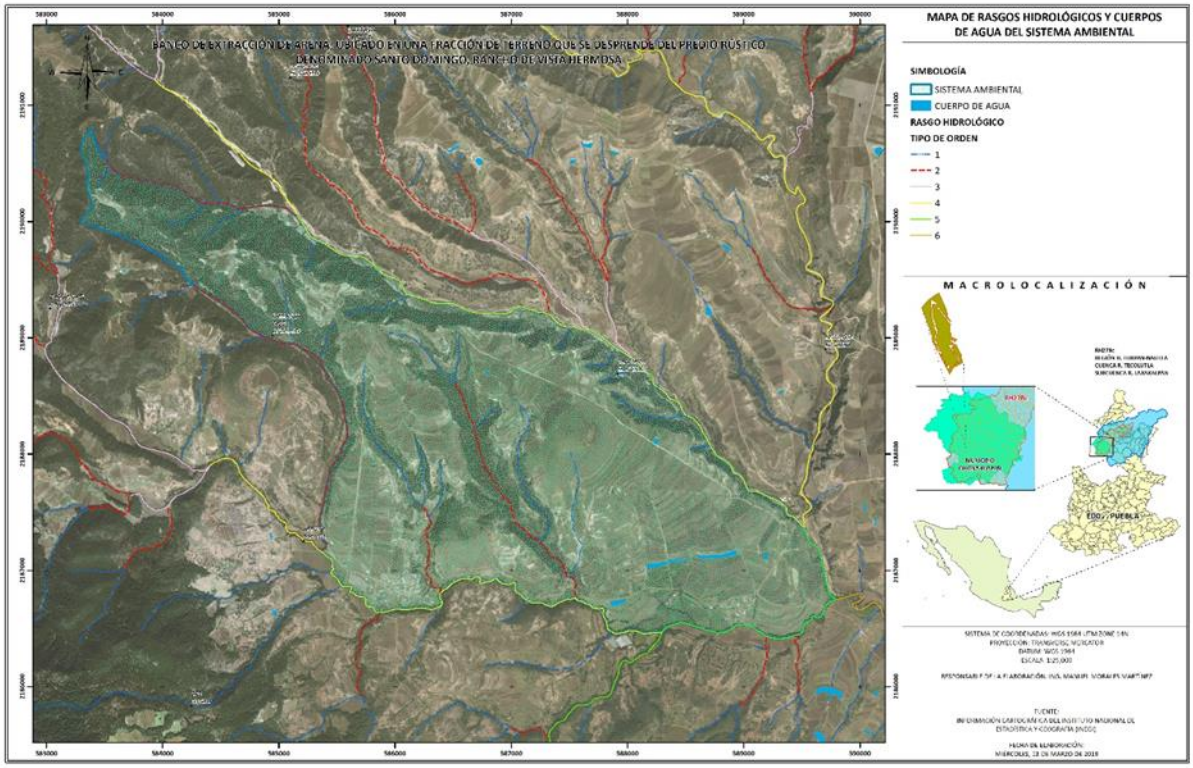


Figura IV.47. Rasgos hidrológicos y cuerpos de agua en el sistema ambiental.

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 **RH 27Bc.**

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

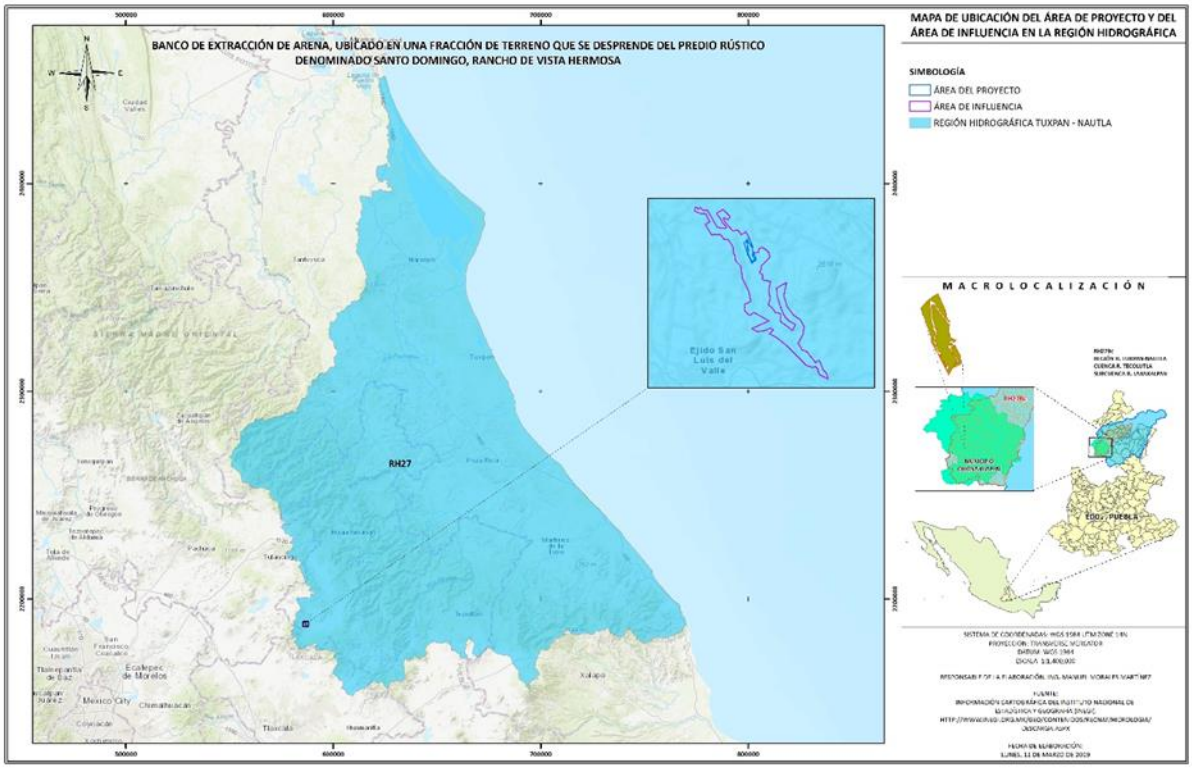


Figura IV.48. Ubicación del área de influencia y área del proyecto en la región hidrológica.

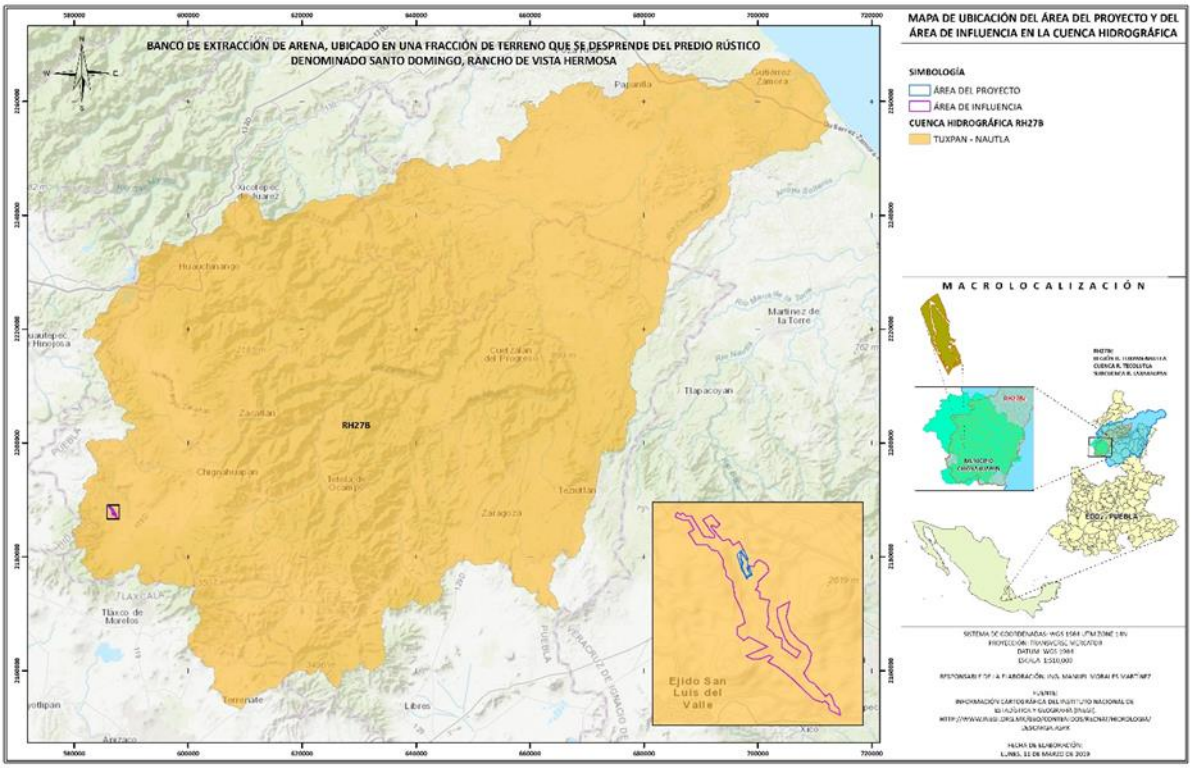


Figura IV.49. Ubicación del área de influencia y área del proyecto en la cuenca.

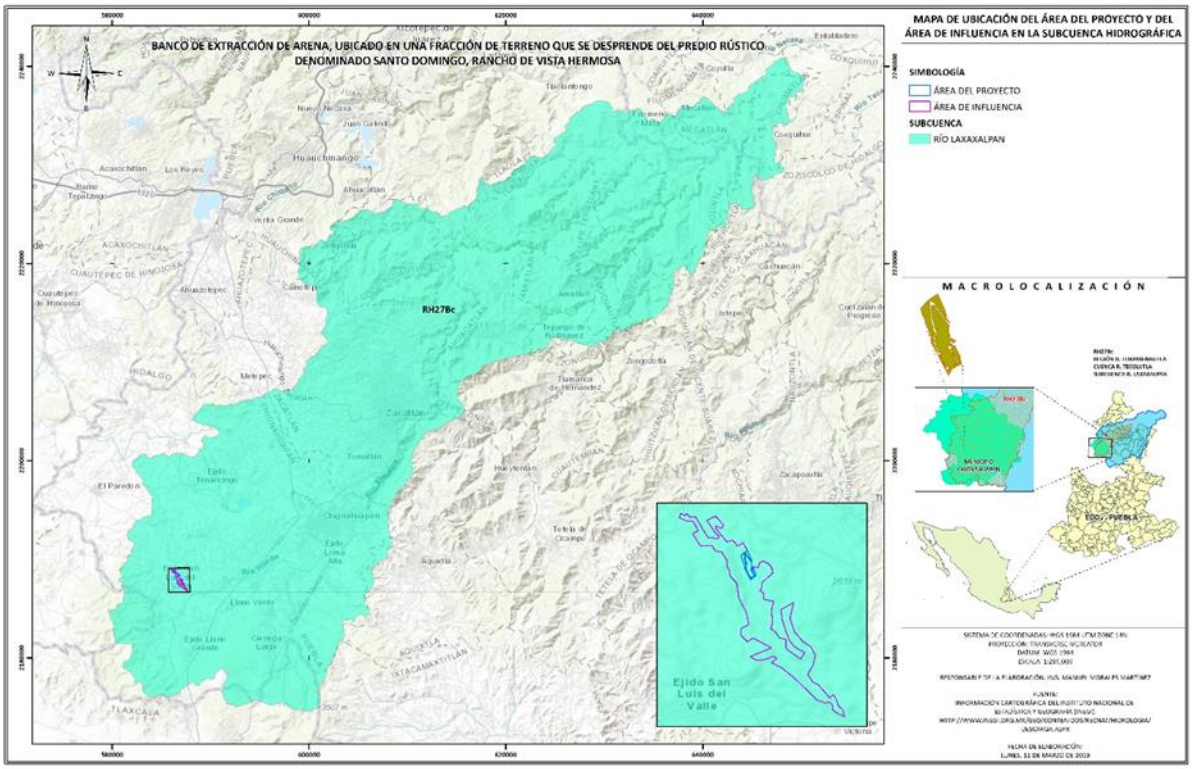


Figura IV.50. Ubicación del área de influencia y área del proyecto en la subcuenca.

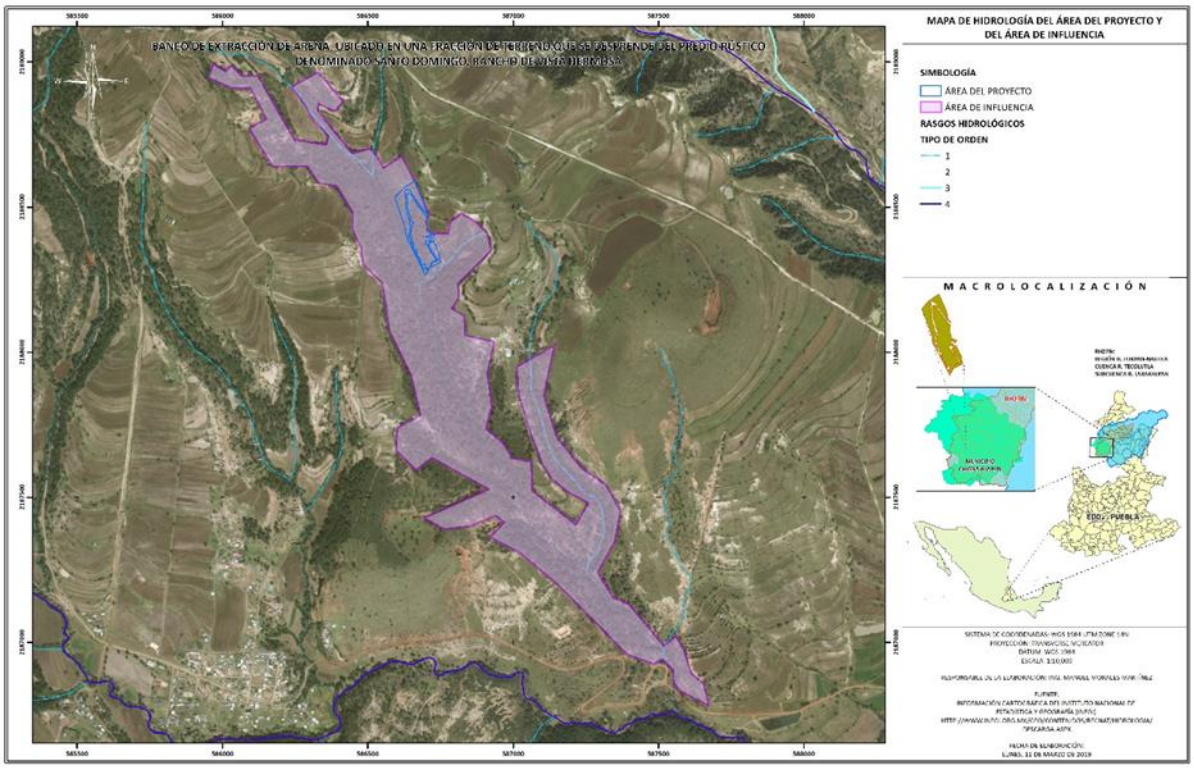


Figura IV.51. Hidrología presente en el área de Influencia y área del proyecto.

IV.3.1.1.5.2 SUBTERRÁNEA

SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUNCIA Y ÁREA DEL PROYECTO

Debido al tamaño del sistema ambiental, y considerando que el área de influencia como el área del proyecto se encuentra dentro de este, se determina que ambos se localizan geoposicionados sobre la misma hidrología subterránea la cual corresponde al acuífero denominado *Tecolutla*.

Acuífero Tecolutla 3002

El acuífero Tecolutla, definido con la clave 3002 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua (SIGMAS), se localiza en la porción centro-norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 19°29' y 20°44' de latitud norte y los meridianos 96°59' y 98°16' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 7,584 km2.

Limita al norte con el Golfo de México, al oeste con el acuífero Poza Rica, al este con los acuíferos Martínez de la Torre-Nautla y Perote-Zalayeta, pertenecientes al estado de Veracruz; Limita también al oeste con los acuíferos Acaxochitlán, Valle de Tulancingo, Tecocomulco y Apan, pertenecientes al estado de Hidalgo; al sur con los acuíferos Soltepec, Alto Atoyac, Emiliano Zapata y Huamantla, todos ellos pertenecientes al estado de Tlaxcala; finalmente también al sur tiene límites con el acuífero Libres-Oriental, que pertenece al estado de Puebla.

Geopolíticamente el acuífero abarca totalmente los municipios de Ahuacatlán, Amixtlán, Aquixtla, Atempan, Ayotoxco de Guerrero, Camocuautla, Caxhuacán, Coatepec, Cuautempan, Cuetzalan del Progreso, Hermenegildo Galeana, Huehuetla, Hueyapan, Hueytlalpan, Huitzilan de Serdán, Atlequizayan, Ixtacamaxtitlán, Ixtepec, Jonotla, Libres, Nauzontla, Ocotepec, Olintla, San Felipe Tepatlán, Tenampulco, Tepango de Rodriguez, Tepetzintla,Tetela de Ocampo, Teteles de Ávila Castillo, Teziutlán, Tlapacoya, Tlatlauquitepec, Tuzamapan de Galeana, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Yaonáhuac, Zacapoaxtla, Zapotitlán de Méndez, Zaragoza, Zautla, Zongozotla, Zoquiapán y parcialmente a los municipios de Acateno, Chiconcuautla, Chignahuapan, Chignautla, Cuyoaco, Hueytamalco, Huauchinango, Jopala, Tlaola, Xiutetelco, Zacatlán y Zihuateutla, todos ellos pertenecientes al estado de Puebla.

El área cubierta por el acuífero Tecolutla pertenece a la Región Hidrológica 27 Norte de Veracruz (Tuxpan-Nautla), Cuenca del Río Tecolutla, esta región se localiza en la parte central del Golfo de México. Limita al norte y oeste con la Región Hidrológica 26 Río Pánuco, al sur con la Región Hidrológica 28 Papaloapan, al este al Golfo de México, donde vierte sus aguas.

La corriente principal recibe los nombres de arroyo Zapata, río Coyuca, río Apulco y finalmente el de río Tecolutla. Los afluentes principales son los ríos Xiucayucan, Tecuantepec y Laxaxalpan; en su curso medio recibe las aportaciones del arroyo Joloapan y del río Chichicatzapa. El colector general tiene su origen en el arroyo Zapata, en el parteaguas con la Región Hidrológica 18, a una elevación de 3,500 msnm a 20 km al norte de Huamantla de Juárez, Tlaxcala.

Tipo de acuífero

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero **tipo libre** heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido por sedimentos aluviales, fluviales y eólicos depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera.

Niveles del agua subterránea

En el acuífero Tecolutla, clave 3002, la profundidad al nivel estático, medida desde la superficie del terreno en el año 2014, variaba de menos de 1 metro, que se registró en las riberas del Río Tecolutla y en la planicie costera, hasta 18 metros, aumentando gradualmente de la zona costera y del cauce del Río Tecolutla hacia las estribaciones de las sierras que lo delimitan, conforme se asciende topográficamente. Los valores más someros, menores de 5 metros, se registran principalmente en la zona aledaña al poblado Arenal, en la zona costera y en las riberas del Río Tecolutla; en tanto que las mayores profundidades, de 5 a 18 metros, se presentan en las inmediaciones de los poblados La Isla, Ignacio Muñoz y El Palmar.

La elevación del nivel estático para el año 2014, registró valores de carga hidráulica que variaban entre 1 y 140 metros sobre el nivel del mar, incrementándose de la zona costera hacia el occidente y al suroccidente, de manera paralela a la dirección de escurrimiento del Río Tecolutla, con gradientes hidráulicos de 0.02 a 0.002, mostrando el reflejo de la topografía, al igual que los valores de profundidad, lo que indica que el flujo subterráneo no muestra alteraciones o distorsiones causadas por la concentración de pozos o del bombeo, debido a que su valor de recarga es muy superior al de su extracción. Las zonas de recarga se localizan en los lomeríos situados en la porción occidental y suroccidental del acuífero, el agua subterránea circula a través de los valles que recorre el Río Tecolutla y su gran cantidad de arroyos tributarios, para finalmente descargar hacia el Golfo de México.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

En el acuífero de Tecolutla, clave 3002, existen 2,199 aprovechamientos, de los cuales 2,159 son norias, 38 son pozos, 1 galería filtrante y 1 manantial.

El volumen de extracción conjunto se ha estimado en 9.0 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 7.9 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden al 87.8 por ciento de la extracción total, se destinan al uso agrícola; 0.6 millones de metros cúbicos anuales, que representan el 6.7 por ciento, se destinan para uso doméstico; 0.4 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden al 4.4 por ciento, se destinan para uso público-urbano y 0.1 millones de metros cúbicos anuales, que representan el 1.1 por ciento, se destinan para usos múltiples.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en 2010, se tomaron 20 muestras de agua subterránea en aprovechamientos distribuidos en la zona para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron: temperatura, conductividad eléctrica, pH, Eh, Nitratos, dureza total, iones mayoritarios, sólidos totales disueltos (STD) y análisis bacteriológicos.

De manera general, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana, para los diferentes usos. La concentración de sólidos totales disueltos presenta valores que varían de 154 a 914 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM127-SSA1-1994 de STD para el agua destinada al consumo humano.

Con respecto a la conductividad eléctrica, el agua se clasifica de manera general como dulce, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Association (APHA, 1995), ya que sus valores varían de 140 a 5120 S/cm. Para el pH se registran valores de 6.3 a 7.6, que representa agua ligeramente alcalina en la que existe predominio en el contenido de carbonatos, con respecto a los sulfatos. Con respecto a la temperatura del agua muestreada, se registraron valores de 22.8 a 25.5.

Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Tecolutla, clave 3002, es de 181.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 14.9 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo, 79.3 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia y 86.8 millones de metros cúbicos anuales por recarga inducida por los retornos de riego y las fugas en la red de distribución de agua potable.

Las salidas del acuífero ocurren mediante la extracción a través de las captaciones de agua subterránea, de 9.0 millones de metros cúbicos anuales y mediante descargas naturales como flujo base hacia el Río Tecolutla de 86.8 millones de metros cúbicos anuales, evapotranspiración de 84.3 millones de metros cúbicos anuales y como salida subterránea de 0.9 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento calculado es de 0.0 millones de metros cúbicos anuales.

Disponibilidad media anual de agua subterránea

La disponibilidad media anual en el acuífero Tecolutla, clave 3002, se determinó considerando una recarga media anual de 181.0 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 129.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la suma del flujo base hacia el Río Tecolutla y la salida por flujo subterráneo, y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 15.513732 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 36.486268 millones de metros cúbicos anuales.

Cuadro IV.24. Acuífero Tecolutla.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
3002	TECOLUTLA	CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
		181.0	129.0	15.513732	9.0	36.486268	0.000000

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-2000.

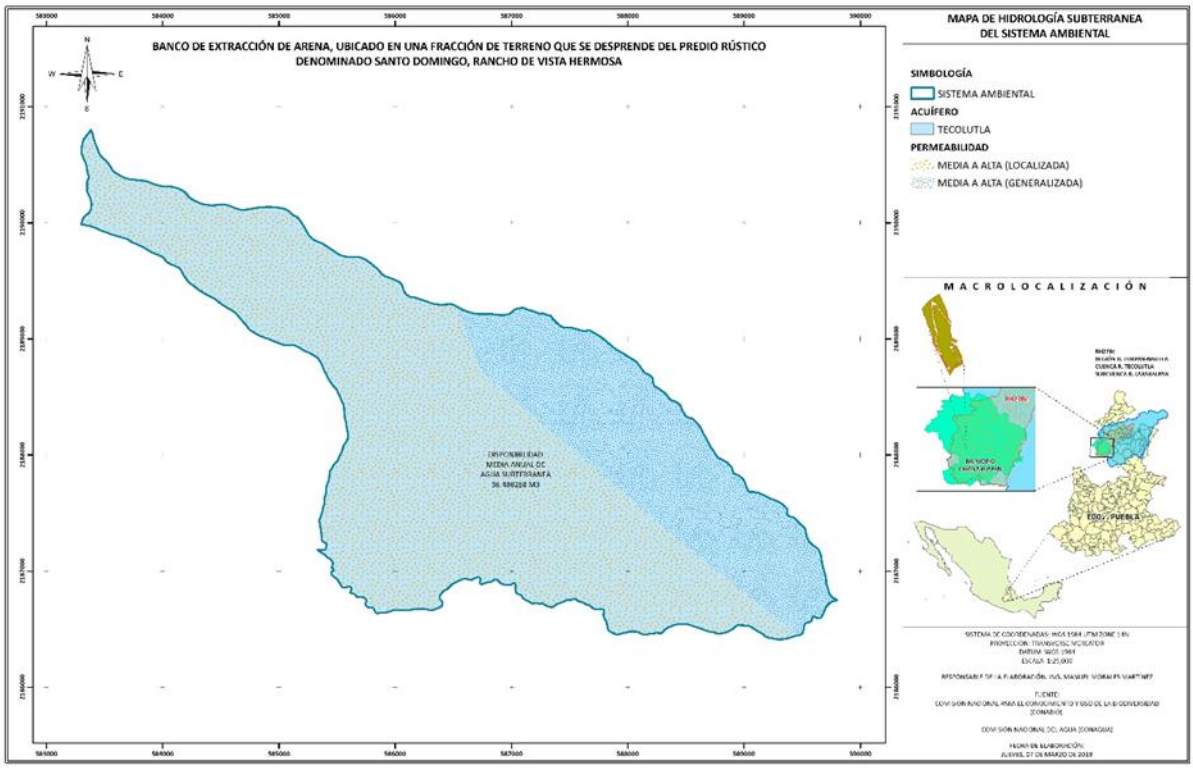


Figura IV.52. Mapa de la hidrología subterránea del sistema ambiental.

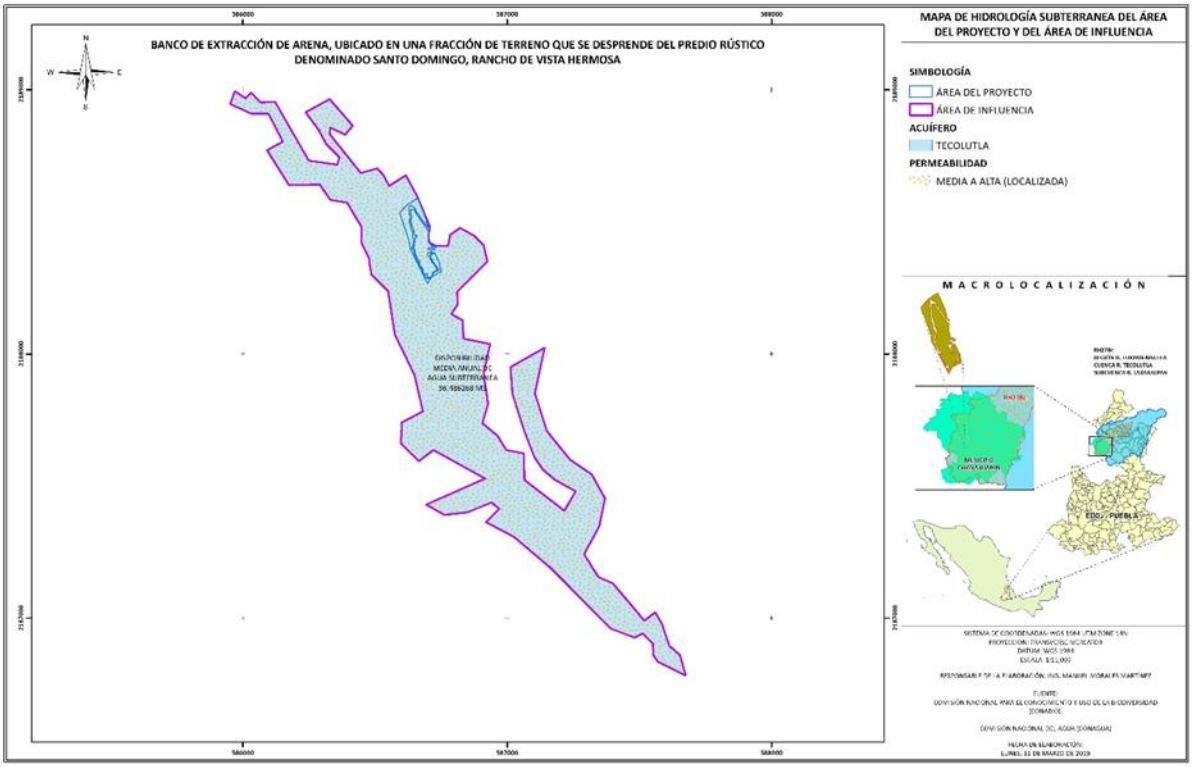


Figura IV.53. Mapa de la hidrología subterránea del área de influencia y área del proyecto.

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 Pladeyra, (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.25. Balance hídrico del 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
SA	9,809,354.61	2,395,194.94	1,170,468.54	6,243,691.13	1.00
AI	578,315.00	141,209.82	80,536.15	356,569.04	1.00
AP	18,294.68	4,467.09	1,088.66	12,738.93	1.00
AP CON REMOCIÓN	18,294.68	4,467.09	3,277.25	10,550.33	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 encuentra en equilibrio.

Es necesario indicar que en el área del proyecto la mayor salida es por la infiltración seguida por la evapotranspiración y escurrimiento. En el sistema ambiental de igual manera la mayor salida es por la infiltración, seguida de evapotranspiración 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 0.019% de la evapotranspiración del SA y el 3.2% de la evapotranspiración del AI, en cuanto al escurrimiento del área del proyecto representa el 0.09 % del reportado en el SA y 1.4% de la evapotranspiración del AI, por último la infiltración de igual manera en el área del proyecto representa el 0.20% del reportado en el SA y el 3.6% de la infiltración del AI. 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: Sse presenta la memoria de cálculo de blance hídrico en las tres unidades de análisis, (**ANEXO 15. MEMORIAS CÁLCULO, CAPÍTULO IV, ANEXO IV. B. CÁLCULO BALANCE H_UA**)

IV.3.1.2 MEDIO BIÓTICO

En este apartado se estudiarán a fondo las condiciones de flora y fauna registradas en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

IV.3.1.2.1 VEGETACIÓN

La conservación de la biodiversidad se viene haciendo más difícil a lo largo de los años con el actual desarrollo económico. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la biodiversidad puede definirse como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos procesos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie entre las especies y de los ecosistemas". Para diversos actores este concepto comprende también incluye el paisaje y el patrimonio histórico artístico[iii].

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.

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.). Siguiendo un criterio fisonómico de la vegetación, los tipos más ampliamente distribuidos se han agregado en las siguientes categorías[iv]:



Figura IV.54. Vegetación y uso de suelo en México, 2007[v].

a) Vegetación terrestre

El estado actual de los conocimientos acerca de la cubierta vegetal de México no permite aún apreciaciones comparativas de gran detalle. Salvo en muy contados estudios locales en los que se ha buscado la definición de asociaciones, en general el enfoque de las investigaciones realizadas se ha mantenido en las últimas décadas a nivel de tipos de vegetación que equivalen aproximadamente a las formaciones vegetales. Ahora, si bien es cierto que la gran mayoría de los autores que han escrito sobre el particular, coinciden en utilizar el tipo de vegetación como unidad básica de trabajo, en la literatura existen infortunadamente grandes discrepancias en cuanto a la circunscripción particular de muchos de ellos y en cuanto a la nomenclatura empleada, de tal manera que, de hecho, el estado de la clasificación de la vegetación de México, lejos de resultar uniforme, tiende a ser cada vez más anárquico[vi].

La diversidad biológica terrestre de México comprende una gran variedad de paisajes y de comunidades vegetales que cubren el territorio del país. Se han propuesto muy diversas clasificaciones para regionalizar el territorio, que varían con la escala, los criterios y enfoques. Por otra parte, recientemente se ha reconocido a las ecorregiones como áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, así como condiciones ambientales similares. Dichas ecorregiones han permitido integrar extensas regiones en grandes escalas para Norteamérica, en un sistema jerárquicamente anidado, hasta llegar, en el caso de México, a un nivel IV (escala 1: 1 000 000), para el que se reconocen 96 ecorregiones terrestres, sin incluir las de islas (INEGI-CONABIO-INE 2007).[vii]

Estas condiciones ecológicas, se caracterizan por presentar unidades vegetales que se desarrollan de manera heterogénea dentro del sistema bajo análisis, por lo que para el presente apartado se utilizó el concepto de "comunidad vegetal o tipo de vegetación" para definir las formaciones vegetales que se distribuyen en la región de acuerdo a lo reportado por INEGI, en su carta de uso de suelo y vegetación serie V, y principalmente a lo observado en campo durante los recorridos generales.

Con base en la toma de información muestreada y observada en campo durante los recorridos, la zona es representada por **bosque de encino**. En los apartados subsiguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en el sistema ambiental, al igual que el área de influencia y el área del proyecto. Se presenta además la metodología empleada para la obtención de datos florísticos y la estimación de los indicadores de diversidad en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas de un ecosistema similar (bosque de encino) al que se verá intervenido por la ejecución del proyecto que nos ocupa en el presente documento.

a) Fuentes de deterioro

La vegetación natural en la zona de interés se ha visto afectada por algunas fuentes principales de deterioro son:

- ***Crecimiento poblacional***

El deterioro de los ecosistemas de larga historia en Puebla, se hace visible recientemente, en especial a partir de la urbanización que acompaña a la industrialización, que en el país y en el caso poblano en particular, es contundente a partir de 1960, década en la que el impacto de la actividad humana sobre el medio natural se comienza a tornar grave para el bienestar de los poblanos y para el funcionamiento de los ecosistemas[viii]. El acelerado crecimiento demográfico y la distribución desequilibrada de la población en el territorio al interactuar con desigualdades sociales y regionales, las pautas de acceso y uso de los recursos naturales, las tecnologías utilizadas para su explotación y consumos vigentes, ejercen una fuerte presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales[ix].

El impacto ambiental inmediato de los asentamientos urbanos deriva de los procesos locales de contaminación. La ciudad requiere agua, alimentos y energía para sostener sus procesos. Como resultado del consumo o transformación de bienes y servicios, las ciudades generan copiosas cantidades de residuos sólidos y líquidos, además de contaminantes de la atmósfera, que afectan ecosistemas locales y distantes. El territorio necesario para la sustentación de un asentamiento urbano configura lo que se denomina su "huella ecológica". En la medida en que las ciudades concentran la demanda de bienes y servicios, inciden en la dinámica productiva y ambiental de zonas rurales, de otras zonas urbanas. 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[x].

- ***Agricultura***

La actividad agrícola en la entidad tiene relevancia por la producción de alimentos, los cuales representan la mayor parte de la superficie cosechada, y en muchos casos la manutención básica en el medio rural. En gran parte de la entidad estos cultivos se siembran en zonas de riego o temporal, incluso en lugares donde las heladas así como el mal tiempo hacen bastante arriesgada la producción de la tierra[xi].

La agricultura en el estado de Puebla se presenta en una variedad altitudinal que va desde 500 a más de 2 700 m, y en muy diversas condiciones climáticas; al norte del estado se desarrolla en climas templados húmedos, en la parte central del estado y en las cercanías de la sierra Nevada, volcán de La Malinche y Pico de Orizaba se lleva a cabo bajo condiciones frías con frecuentes heladas que causan severos daños a los cultivos; por último, en la zona sur, conformada por las cadenas montañosas de la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, se realiza bajo la influencia de una variedad de tipos climáticos, que van desde los cálidos húmedos hasta los semisecos y secos, estos últimos con escasas lluvias que limitan la disponibilidad de agua, tanto para la producción agrícola como para la realización de otras actividades

Haciendo un comparativo de acuerdo a lo reportado por INEGI, en su carta de uso de suelo y vegetación serie VI (2016) comparado con su serie III (2005) para cada una de las unidades de análisis (SA, AI y AP) se tiene lo siguiente:

SISTEMA AMBIENTAL (SA)

Cuadro IV.26. Comparativo entre la serie III y VI de INEGI en uso de suelo y vegetación en el SA.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)		Estado
	Serie III	Serie VI	
Agricultura de temporal anual	178.9088	175.0104	Disminuyo
Agricultura de temporal anual y permanente	81.4107	80.6824	Disminuyo
Bosque de encino	507.3528	512.3791	Aumento
Bosque de pino-encino	162.7475	162.3834	Disminuyo
Pastizal inducido	146.5673	146.5426	Disminuyo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.3720	0.3612	Disminuyo
TOTAL	**1,077.3591**	**1,077.3591**	

Las áreas de agricultura han disminuido en mínima superficie, mientras que el bosque de encino ha aumentado, pero igual ha sido en una superficie mínima, sin embargo, podemos observar que desde el año 2005 al 2016 no ha habido cambios drásticos.

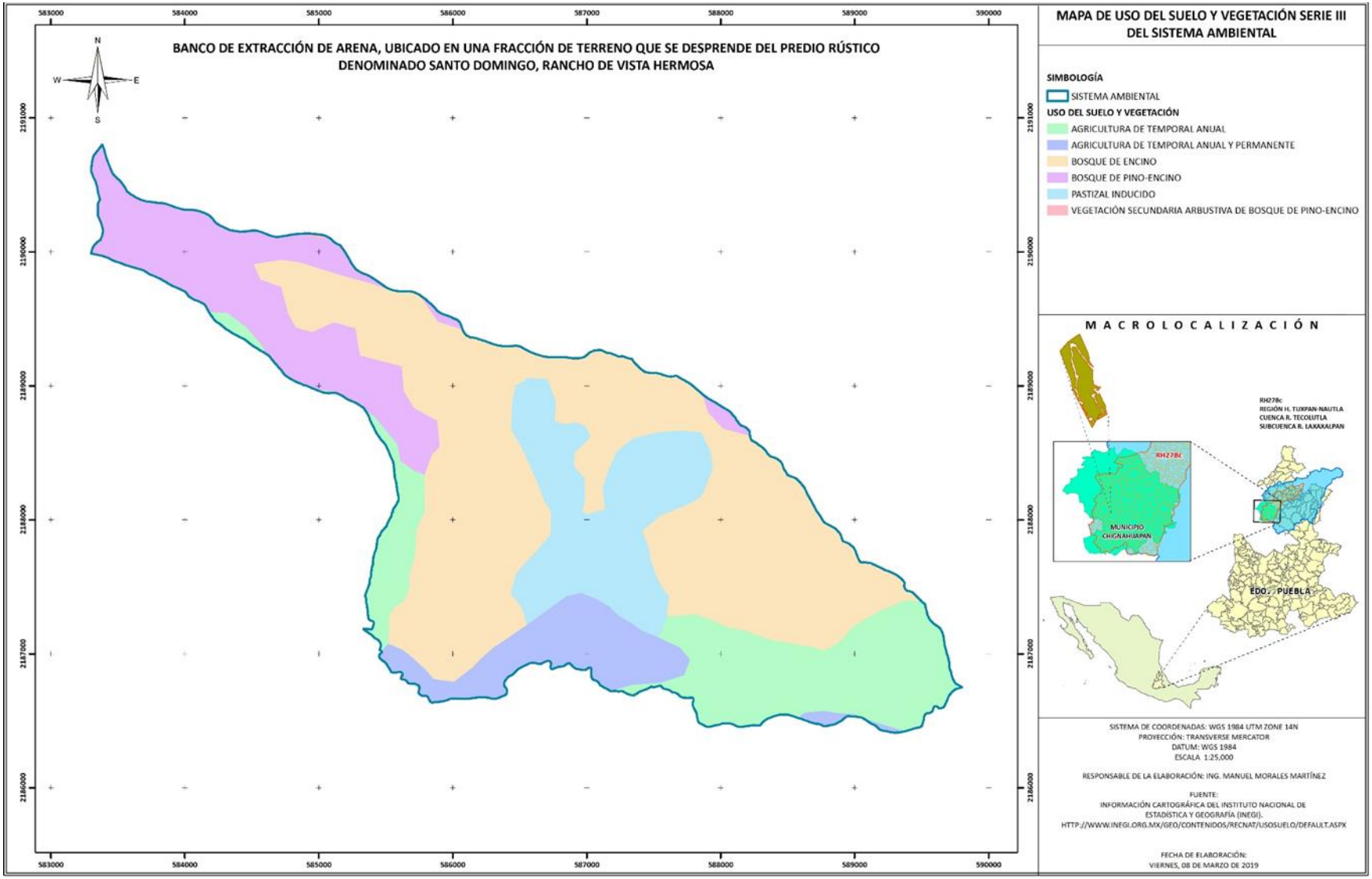


Figura IV.55. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III).

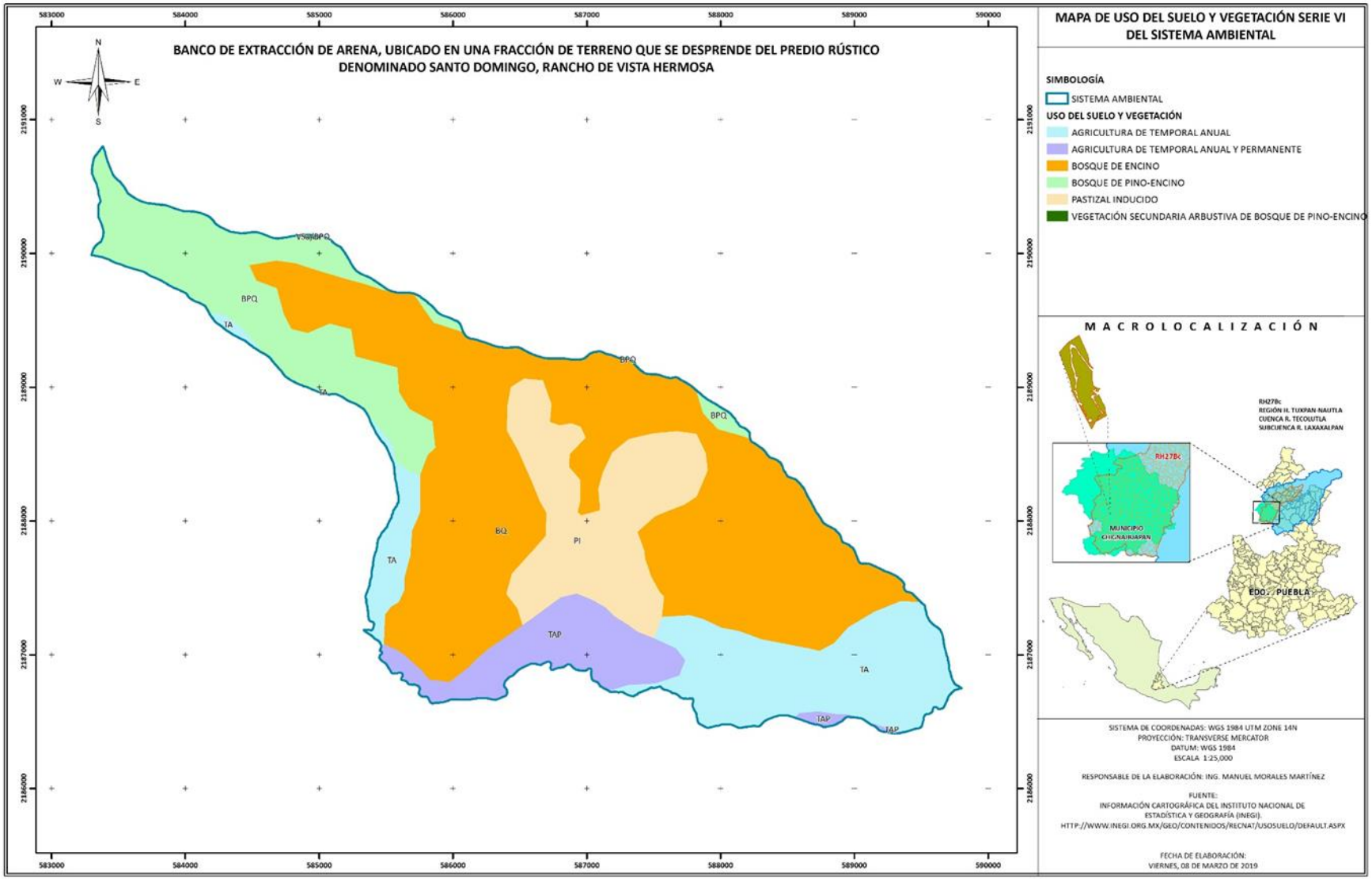


Figura IV.56. Mapa de ubicación del SA en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI).

ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

Cuadro IV.27. Comparativo entre la serie III y VI de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AI.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)		Estado
	Serie III	Serie VI	
Agricultura de temporal anual	0.0872	0.1558	Aumento
Agricultura de temporal anual y permanente	10.1150	9.6805	Disminuyo
Bosque de encino	15.6361	12.8675	Disminuyo
Pastizal inducido	37.6779	40.8124	Aumento
TOTAL	**63.5162**	**63.5162**	

Para este caso, las áreas de bosque de encino han disminuido en mínima superficie, mientras que el pastizal inducido ha aumentado, pero igual ha sido en una superficie mínima, sin embargo, podemos observar como en el caso del sistema ambiental, para el área de influencia que desde el año 2005 al 2016 no ha habido cambios drásticos.

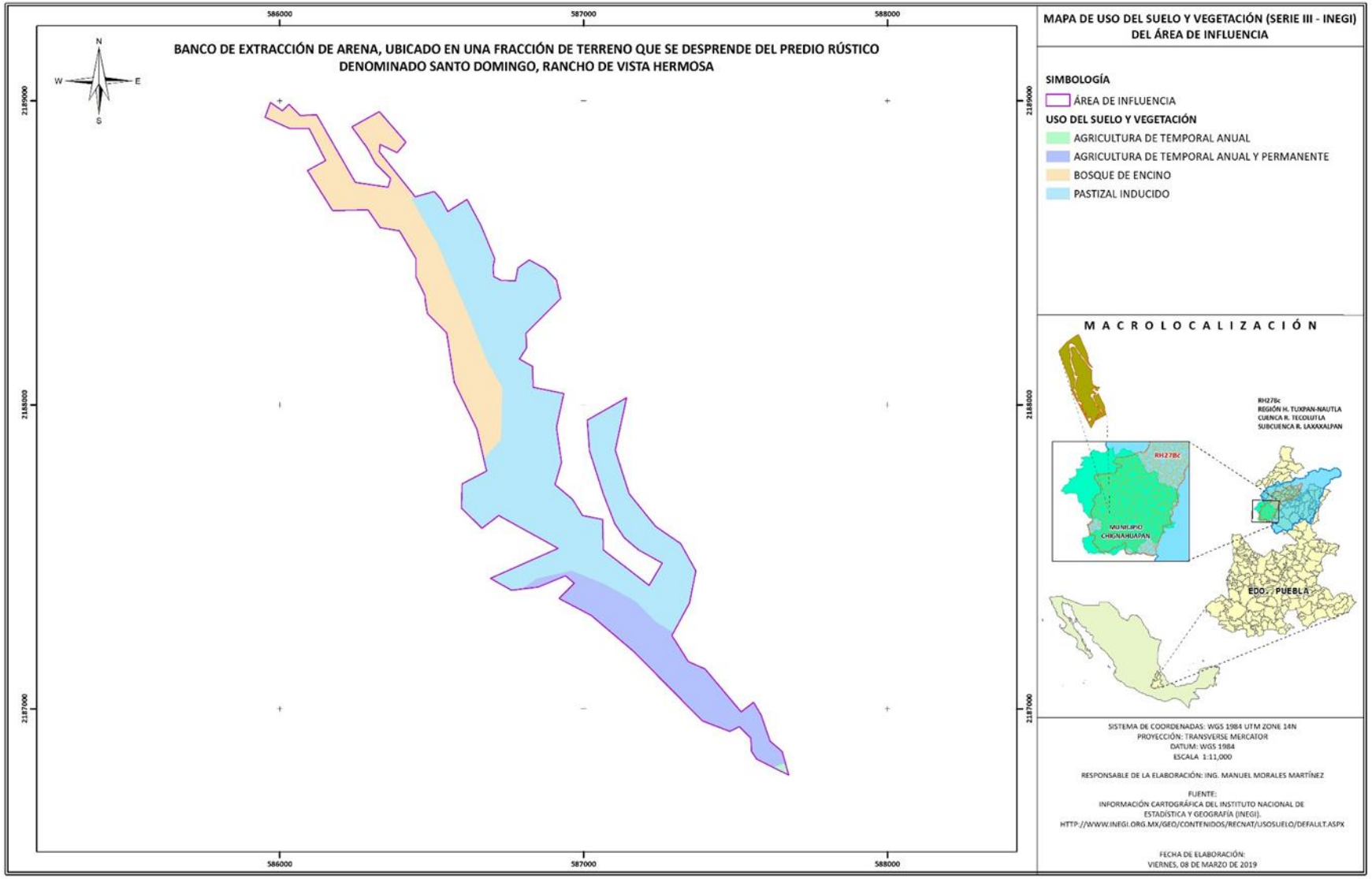


Figura IV.57. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III).

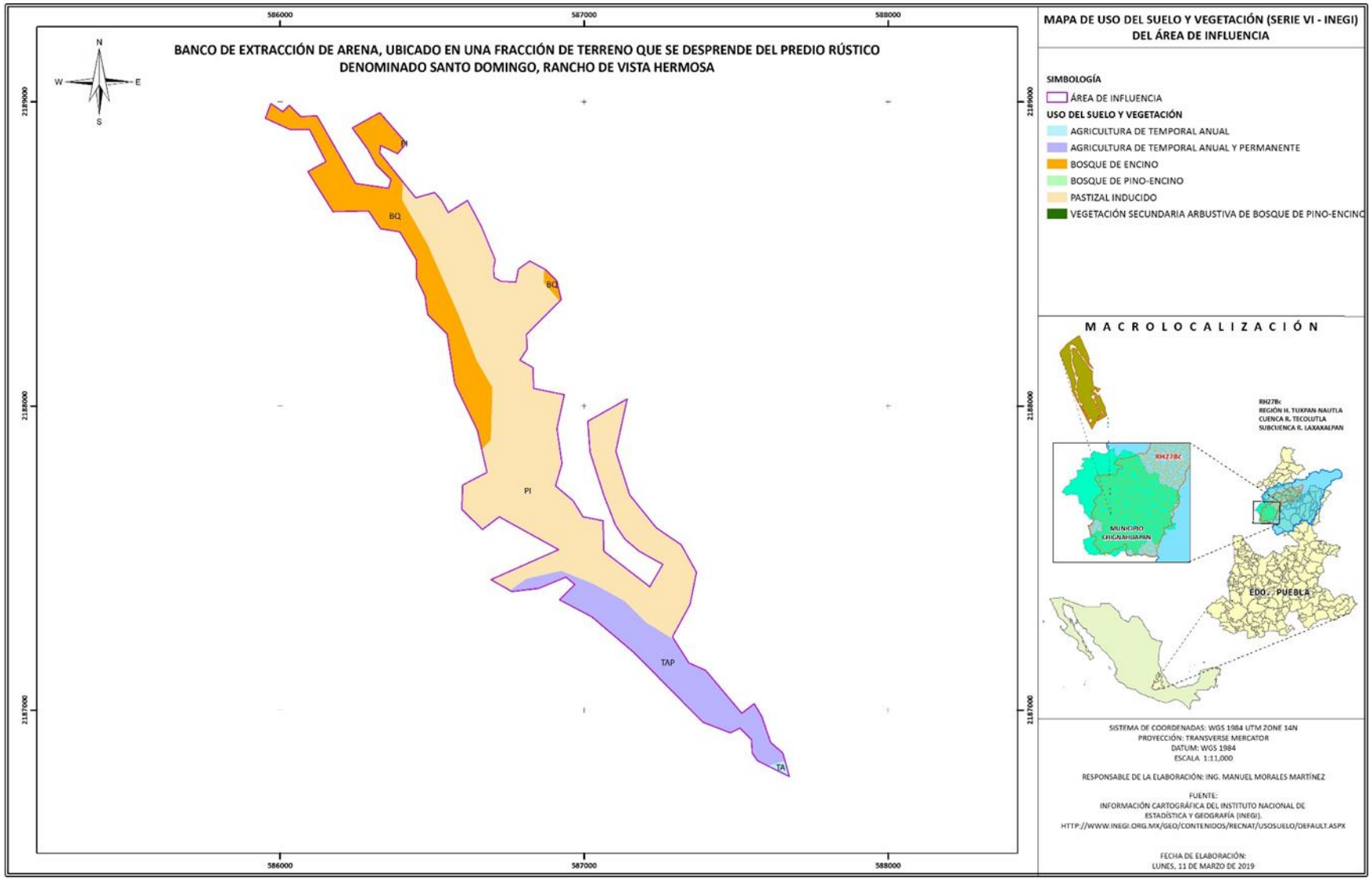


Figura IV.58. Mapa de ubicación del AI en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI).

ÁREA DEL PROYECTO (AP)

Cuadro IV.28. Comparativo entre la serie III y VI de INEGI en uso de suelo y vegetación en el AP**.**

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)		Estado
	Serie III	Serie VI	
Pastizal inducido	2.0093	2.0093	Igual
TOTAL	**2.0093**	**2.0093**	

Para este caso, las áreas siguen igual como el mismo uso de suelo predominante desde el año 2005 al 2016 no ha habido cambios.

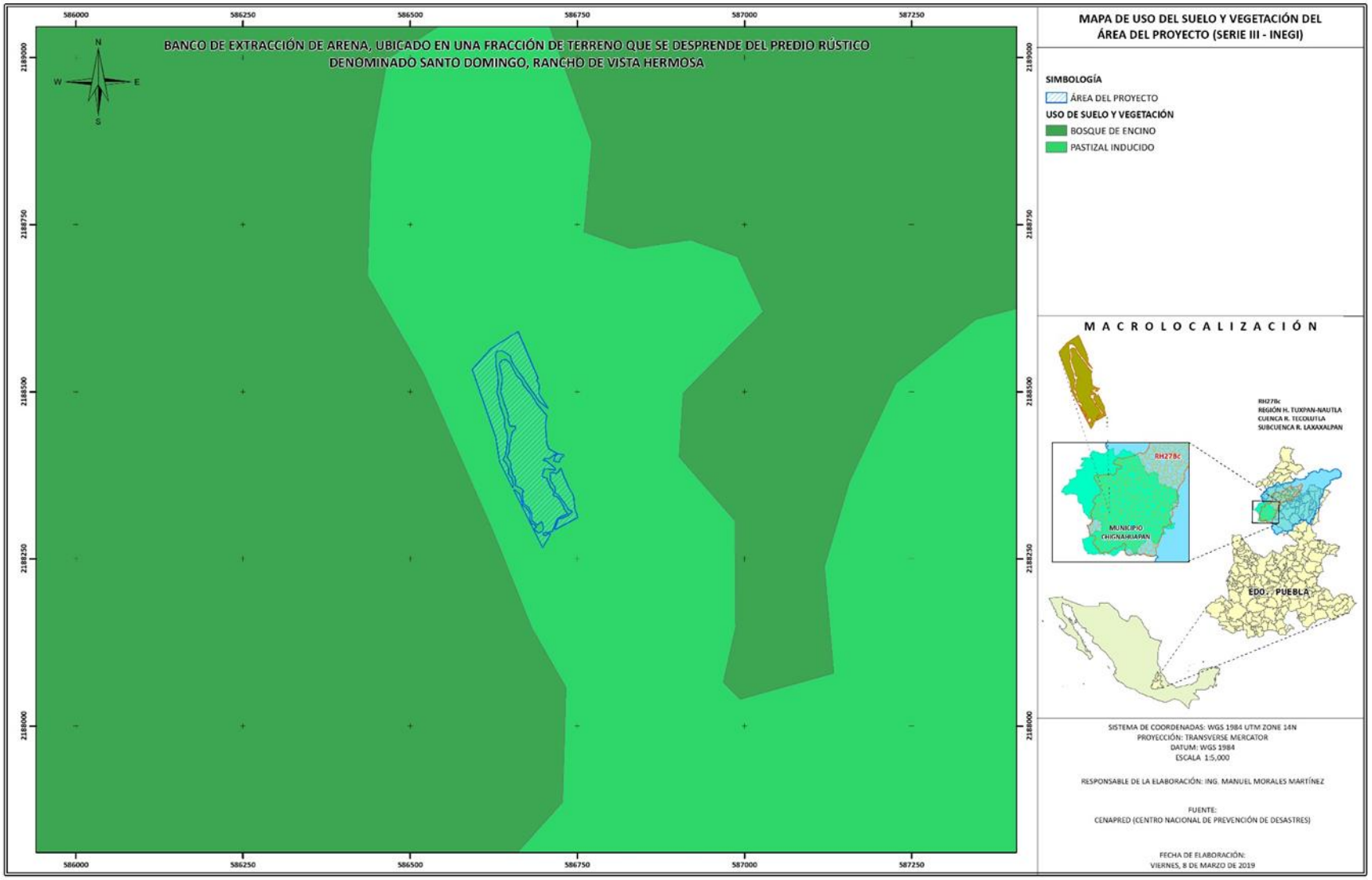


Figura IV.59. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie III).

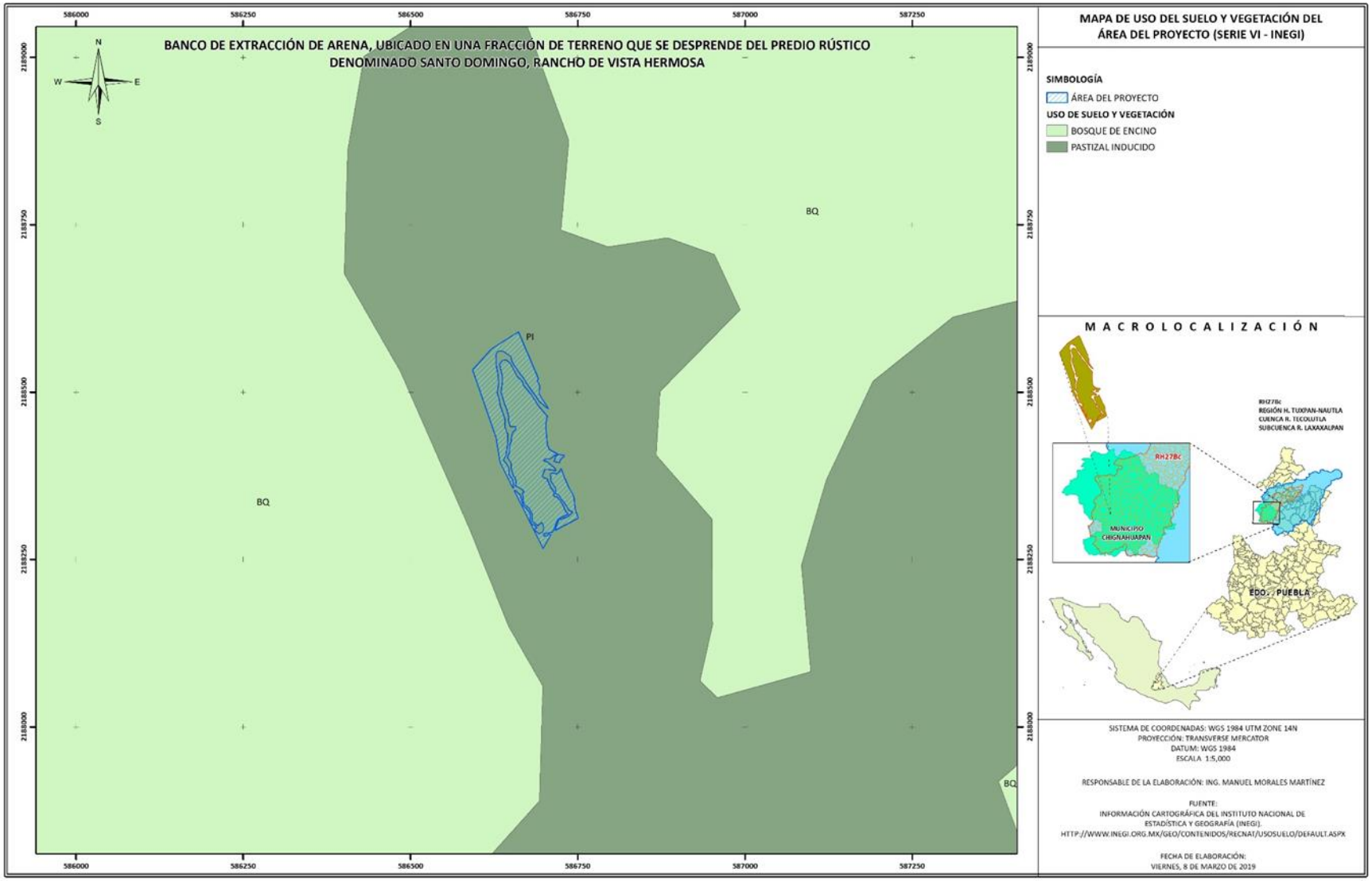


Figura IV.60. Mapa de ubicación del AP en la carta de tipos de vegetación de la zona (Serie VI).

Uno de los principales motivos por el cual ha aumentado la vegetación forestal, podría deberse a que una medida de mitigación que se propone en la elaboración de proyectos para la autorización de cualquier cambio de uso de suelo es la ***reforestación***, esta medida esta ***encaminadas a la protección y restauración de la cubierta vegetal***, de acuerdo a datos de SEMARNAT para 2004 se había reforestado 1.75 millones de hectáreas con un total de 2 mil 476 millones de árboles plantados.

Los estados que reforestaron una mayor superficie fueron Veracruz, Estado de México, Michoacán, Jalisco, Puebla y Morelos (SEMARNAT, 2005)[xii].



Figura IV.61. Vegetación y uso de suelo en México, 2007[xiii].

En los párrafos siguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes para cada una de las unidades de análisis; se presenta además la metodología empleada para la obtención de datos florísticos y la estimación de los indicadores de diversidad en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas de un ecosistema similar (bosque de encino) al que se verá intervenido por la ejecución del proyecto que nos ocupa en el presente documento.

A continuación, se presenta el tipo de vegetación por unidades de análisis.

SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, los tipos de vegetación y usos del sistema ambiental corresponden a:

Cuadro IV.29. Tipos de vegetación y usos del SA.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	175.0104	16.2%
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	80.6824	7.5%
BOSQUE DE ENCINO	512.3791	47.6%
BOSQUE DE PINO-ENCINO	162.3834	15.1%

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
PASTIZAL INDUCIDO	146.5426	13.6%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	0.3612	0.0%
TOTAL	**1,077.3591**	**100.0%**

ÁREA DE INFLUENCIA

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, los tipos de vegetación y usos área de influencia corresponden a:

Cuadro IV.30. Tipos de vegetación y usos del AI.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	0.1558	0.2%
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	9.6805	15.2%
BOSQUE DE ENCINO	12.8675	20.3%
PASTIZAL INDUCIDO	40.8124	64.3%
TOTAL	**63.5162**	**100.0%**

ÁREA DEL PROYECTO

De acuerdo a la carta de INEGI, Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000. Serie VI, el tipo de vegetación y uso del área del proyecto corresponde a la información que se presenta en el siguiente cuadro, sin embargo, de acuerdo a los recorridos de campo, el área del proyecto presenta vegetación de **Bosque de encino.**

Cuadro IV.31. Tipos de vegetación y usos del AP.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
PASTIZAL INDUCIDO	2.0093	100.0%
TOTAL	**2.0093**	**100.0%**

Nota: Ahora bien, para una mejor comprensión de las condiciones actuales de las formaciones vegetales existentes en las unidades de análisis, a continuación, se describen de manera general a través de las diversas consultas bibliográficas, las características de algunas de ellas.

- **Bosque de encino**[xiv]

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México. De hecho, junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo. No se limitan, sin embargo, a estas condiciones ecológicas, pues también penetran regiones de clima caliente, no faltan en las francamente húmedas y aún existen en las semiáridas, pero en estas últimas asumen con frecuencia la forma de matorrales (Rzedowski, 1981). Aunque la sistemática de los taxa pertenecientes al género *Quercus* se encuentra todavía lejos de ser satisfactoria, en forma conservadora cabe reconocer para México más de 150 especies (quizá cerca de 200).

Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales y los bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus* son muy frecuentes en el país. También se relacionan los bosques de *Quercus* con los *Abies* y con el Bosque Mesófilo de Montaña, así como con diversos tipos de bosques tropicales y aún con las sabanas y otros pastizales, lo cual es explicable en función de su extensa amplitud ecológica. Se conocen encinares en todos los estados y territorios de la República, excepción hecha de Yucatán y Quintana Roo. Con respecto a su aprovechamiento cabe observar que los encinares mexicanos son en general bastante explotados a escala local, pero muy poco a nivel industrial (Rzedowski, 1981).

La mayoría son formaciones densas o al menos cerradas, aunque hay encinares con árboles separados con amplios espacios cubiertos por arbustos y herbáceas. Su altura varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50 m. La fisonomía de estos bosques está notablemente influida por el tamaño de las hojas de las especies que lo forman, que usualmente son de menor tamaño y textura coriácea en áreas secas y de hojas grandes, relativamente delgadas y bellotas grandes en localidades muy húmedas. Varían de totalmente caducifolios a totalmente perennifolios y el tamaño de las hojas de las especies dominantes de nanófilas a megáfilas. Pueden formar masas puras, pero es más frecuentemente que la dominancia se reparta entre varias especies del mismo género y a menudo admiten la compañía de pinos, así como de otros árboles (Lewington et. al., 1993).

Se conocen encinares de todos los estados y territorios de la República, excepción hecha de Yucatán y Quintana Roo. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental; en el Eje Volcánica Trasversal, en la Sierra Madre del Sur, en las sierras del norte de Oaxaca y en las de Chipas y de Baja California, lo mismo que en numerosos macizos montañosos aislados de la Altiplanicie y de otras partes de la República. Con frecuencia la franja del encinar se ubica a niveles altitudinales inferiores de la del pinar, pero esta disposición no se cumple en muchas regiones y a veces se invierte. Los bosques de Quercus de clima caliente se distribuyen en forma de manchones discontinuos a lo largo de ambos litorales, desde Nayarit y Tamaulipas hasta Chiapas, incluyendo el extremo sur de Campeche (Rzedowski, 1981).

A continuación, se presenta un listado a través de consultas bibliográficas de las especies que se encuentran en bosque de encino:

Cuadro IV.32. Especies existentes el bosque de encino.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea murucoides*	Cazahuates	SC
Cupressaceae	***Cupressus***	***Cupressus lindleyi***	**Cedro blanco**	**Pr**
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	SC
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus flaccida*	Táscate flacida	SC
Fabaceae	*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus acutifolia*	Encino laurelillo	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus aff. castanea*	Encino prieto	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus conspersa*	Encino rosillo	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glaucoides*	Encino glaucoides	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laeta*	Encino colorado	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus mexicana*	Encino liso	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino blanco	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus sp.*	Encino 2	SC
Mimosaceae	*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	SC
Oleaceae	*Fraxinus*	*Fraxinus uhdei*	Fresno	SC
Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera sp.*	Forestiera	SC
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina ssp. capuli*	Capulín	SC
Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia cordata*	Senecio	SC
Asteraceae	*Ageratum*	*Ageratum corymbosum*	Corazón	SC
Asteraceae	*Archibaccharis*	*Archibaccharis serratifolia*	Jara 2	SC

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Asteraceae	*Artemisia*	*Artemisia ludoviciana*	Jarilla	SC
Asteraceae	*Dahlia*	*Dahlia coccinea*	Dalia	SC
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium arsenei*	Triángulo	SC
Asteraceae	*Florestina*	*Florestina pedata*	Morado	SC
Asteraceae	*Gymnosperma*	*Gymnosperma glutinosum*	Pegajosa	SC
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina tetraptera*	Verbesina	SC
Berberidaceae	*Berberis*	*Berberis gracilis*	Pepisco	SC
Bignoniaceae	*Tecoma*	*Tecoma stans*	Tecoma amarilla	SC
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Crotón	SC
Cornaceae	*Cornus*	*Cornus excelsa*	Hoja rayada	SC
Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia sp.*	tártago	SC
Fabaceae	*Cologania*	*Cologania brousoneti*	Ovalada	SC
Mimosaceae	*Calliandra*	*Calliandra humilis*	Calliandra	SC
Rosaceae	*Amelanchier*	*Amelanchier denticulata*	Manzanita	SC
Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Flor naranja	SC
Rubiaceae	*Crusea*	*Crusea longiflora*	Cachanil	SC
Scrophulariaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Flor naranja	SC
Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum poiretii*	Adiantum	SC
Agavaceae	*Agave*	*Agave potatorum*	Horrida	SC
Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey	SC
Amaranthaceae	*Amaranthus*	*Amaranthus hybridus*	Flor esponjosita	SC
Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	SC
Aspleniaceae	*Cystopteris*	*Cystopteris fragilis*	Helecho gris	SC
Asteraceae	*Ageratum*	*Ageratum corymbosum*	Algodoncillo	SC
Asteraceae	*Bidens*	*Bidens ferulifolia*	Otra amarilla	SC
Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia tomentella*	Yerbabuena	SC
Asteraceae	*Cosmos*	*Cosmos bipinnatus*	Flor morada	SC
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium arsenei*	Deforme	SC
Asteraceae	*Lostephane*	*Lostephane heterophylla*	Estafiate	SC
Asteraceae	*Lagascea*	*Lagascea rigida*	Peluda	SC
Asteraceae	*Perymenium*	*Perymenium reticulatum*	Girasol	SC
Asteraceae	*Roldana*	*Roldana ehrenbergiana*	Esqueleto	SC
Asteraceae	*Stevia*	*Stevia serrata*	Flor blanca	SC
Asteraceae	*Tagetes*	*Tagetes lucida*	Pericón	SC
Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia polystachia*	Bromelia	SC
Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria haageana*	Biznaga	SC
Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia ficus-indica*	Nopal	SC
Commelinaceae	*Aneilema*	*Aneilema greenmanii*	Milpilla	SC
Commelinaceae	*Commelina*	*Commelina coelestis*	Comelina azules	SC
Commelinaceae	*Tradescantia*	*Tradescantia crassifolia*	Morada	SC
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea violacea*	Quiebra platos morado	SC
Cyperaceae	*Cyperus*	*Cyperus hermaphroditus*	Pasto estrella	SC
Dryopteridaceae	*Polystichum*	*Polystichum erythrossorum*	Helecho negro	SC

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Mimosaceae	*Calliandra*	*Calliandra humilis*	Cepillo	SC
Nyctaginaceae	*Mirabilis*	*Mirabilis xalapa*	Flor morada	SC
Oxalidaceae	*Oxalis*	*Oxalis divergens*	Trébol	SC
Poaceae	*Aegopogon*	*Aegopogon tenellus*	Pasto milpa	SC
Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua uniflora*	Pasto	SC
Poaceae	*Bromus*	*Bromus carinatus*	Pasto espiga	SC
Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis mexicana*	Pasto	SC
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia rigida*	Zacatones	SC
Poaceae	*Penisetum*	*Penisetum clandestinum*	Pastos	SC
Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium virescens*	Pasto delgado	SC
Poaceae	*Sporobolus*	*Sporobolus indicus*	Pasto tomillo	SC
Ranunculaceae	*Thalictrum*	*Thalictrum strigillosum*	Perlilla	SC
Rubiaceae	*Crusea*	*Crusea longiflora*	Trompetillas	SC
Sapindaceae	*Cardiospermum*	*Cardiospermum halicacabum*	Corazonada	SC
Verbenaceae	*Verbena*	*Verbena menthifolia*	Orégano	SC

SC=Sin Categoría, Pr= Sujeta a protección especial

Para realizar el cálculo de índices de diversidad y saber la representatividad de las especies que se encontraron en el AP, se realizaron sitios de muestreo dentro del SA y el AI en el tipo de vegetación de bosque de encino, las especies encontradas se presentan a continuación:

Cuadro IV.33. Especies dentro del muestreo en las unidades de análisis para bosque de encino.

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO EN LAS UNIDADES DE ANÁLISIS						
AP	**AI**	**ID-SA**	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
ÁRBOLES						
1	1	1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
2	2	2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán
3	3	3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
4	4	4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
-	-	5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino
-	5	6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado
5	6	7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas
-	7	8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin
6	8	9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
7	9	10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
-	10	11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino
-	-	12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco
-	11	13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano
-	-	14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro
-	12	15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado
ARBUSTOS						
-	1	1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
-	2	2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
1	3	3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO EN LAS UNIDADES DE ANÁLISIS						
AP	**AI**	**ID-SA**	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
-	4	4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe
-	5	5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla
-	6	6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
-	-	7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina
-	7	8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
HIERBAS						
-	1	1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua
1	-	2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho
-	2	3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua
-	-	4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho
-	3	5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla
-	4	6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
-	5	7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre
-	6	8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera
2	7	9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero
-	-	10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo
-	8	11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama
3	9	12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
-	10	13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa
4	11	14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón
5	12	15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín
-	13	16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
-	14	17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado
HIERBAS (EPÍFITAS Y CACTÁCEAS)						
-	1	1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya
1	2	2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
2	3	3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores
-	-	4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria
3	4	5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso
4	5	6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
5	6	7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito

- **Bosque de pino-encino[xv]**

El Bosque de Pino-Encino se desarrolla a altitudes entre los 1,600 y 3,000 m, donde el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 16 y 20° C y son propicias a descender, con precipitaciones que varían entre 700 y 1,500 mm. Este tipo de bosque se puede encontrar sobre distintos tipos de roca como pueden ser ígneas, metamórficas y sedimentarias; mientras que los suelos sobre los que se asienta son delgados y poco desarrollados como litosol, regosol y cambisol; aunque también se puede encontrar sobre suelo originados por ceniza volcánica como el Andosol. Los pinos y abetos (mejor conocidos como árboles de navidad) son característicos del Bosque de Pino-Encino.

A continuación, se presenta un listado a través de consultas bibliográficas de las especies que se encuentran en bosque de pino-encino:

Cuadro IV.34. Especies existentes el bosque de encino.

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus
Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum poiretii*	Cilantrillo	SC
Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Cilantro de monte	SC
Asteraceae	*Ageratum*	*Ageratum corymbosum*	SN	SC
Asteraceae	*Archibaccharis*	*Archibaccharis sp.*	Jara 2	SC
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Escoba	SC
Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Escoba	SC
Asteraceae	*Dahlia*	*Dahlia coccinea*	Dalia	SC
Asteraceae	*Mikania*	*Mikania micrantha*	Guaco	SC
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium glabratum*	Escobilla	SC
Asteraceae	*Eupatorium*	*Eupatorium arsenei*	Triángulo	SC
Asteraceae	*Florestina*	*Florestina pedata*	Morado	SC
Asteraceae	*Lostephane*	*Lostephane heterophylla*	Hierva del manzo	SC
Asteraceae	*Lagascea*	*Lagascea rigida*	Ajenjo	SC
Asteraceae	*Bidens*	*Bidens serrulata*	Rosilla	SC
Asteraceae	*Bidens*	*Bidens ferulifolia*	Verbena amarilla	SC
Asteraceae	*Stevia*	*Stevia serrata*	Tlasivaca	SC
Asteraceae	*Stevia*	*Stevia jorullensis*	Roselina	SC
Asteraceae	*Verbesina*	*Verbesina tetraptera*	Azomiate	SC
Amaranthaceae	*Amaranthus*	*Amaranthus hybridus*	Quintonil	SC
Berberidaceae	*Berberis*	*Berberis gracilis*	Pepisco	SC
Betulaceae	*Alnus*	*Alnus jorullensis*	Aile	SC
Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán	SC
Ulmaceae	*Trema*	*Trema micrantha*	Sunda	SC
Clethraceae	*Clethra*	*Clethra mexicana*	Cletra	SC
Cornaceae	*Cornus*	*Cornus disciflora*	Cornus	SC
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea arborea*	Cazahuate	SC
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea purpurea*	Enredadera morada	SC
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea violacea*	Badoh negro	SC
Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	SC
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus glandulosa*	Madroño	SC
Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	SC
Fabaceae	*Calliandra*	*Calliandra humillis*	Calliandra	SC
Fabaceae	*Cologania*	*Cologania brousoneti*	Ovalada	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus eugeniafolia*	Titzmol	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus obtusata*	Encino prieto	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	SC
Fagaceae	*Quercus*	*Quercus scytophylla*	Encino blanco	SC
Garryaceae	*Garrya*	*Garrya laurifolia*	Garria	SC
Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium seemanii*	Rabanillo	SC
Nyctaginaceae	*Mirabilis*	*Mirabilis jalapa*	Maravilla	SC
Oxalidaceae	*Oxalis*	*Oxalis divergens*	Agrito	SC

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus
Phytolaccaceae	*Phytolacca*	*Phytolacca icosandra*	Jaboncillo	SC
Pinaceae	*Abies*	*Abies religiosa*	Oyamel	SC
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus ayacahuite*	Ayacahuite	SC
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Pino	SC
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus michoacana*	Ocote	SC
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus patula*	Ocote	SC
Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Ocote	SC
Poaceae	*Briza*	*Briza minor*	Briza	SC
Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Pasto	SC
Poaceae	*Paspalum*	*Paspalum conjugatum*	Pasto amargo	SC
Poaceae	*Pennisetum*	*Pennisetum clandestinum*	Kikuyo	SC
Poaceae	*Pennisetum*	*Pennisetum nervosum*	SN	SC
Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Planta de tinta	SC
Polygonaceae	*Rumex*	*Rumex obtusifolius*	Lengua de vaca	SC
Polypodiaceae	*Pleopeltis*	*Pleopeltis macrocarpa*	Helecho	SC
Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes myriophylla*	Cola de zorra	SC
Resedaceae	*Reseda*	*Reseda luteola*	Camalote	SC
Resedaceae	*Thalictrum*	*Thalictrum strigillosum*	Culantrillo de zorrillo	SC
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina subsp. capuli*	Capulín	SC
Rosaceae	*Potentilla*	*Potentilla staminea*	Zarza	SC
Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	SC
Rubiaceae	*Crusea*	*Crusea longiflora*	SN	SC
Rubiaceae	*Hamelia*	*Hamelia patens*	Balletilla	SC
Salicaceae	*Salix*	*Salix paradoxa*	Borreguito	SC
Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozán	SC
Solanaceae	*Solanum*	*Solanum erianthum*	Solanum blanca	SC
Solanaceae	*Solanum*	*Solanum heterodoxum*	Flor morada	SC
Solanaceae	*Solanum*	*Solanum myriacanthum*	Tepehuan	SC
Smilacaceae	*Smilax*	*Smilax aristolochiifolia*	Bigote de cozol	SC

Sc= sin categoría

A continuación, se presentan los planos de vegetación y uso actual de cada una de las unidades de análisis (SA, AI y AP).

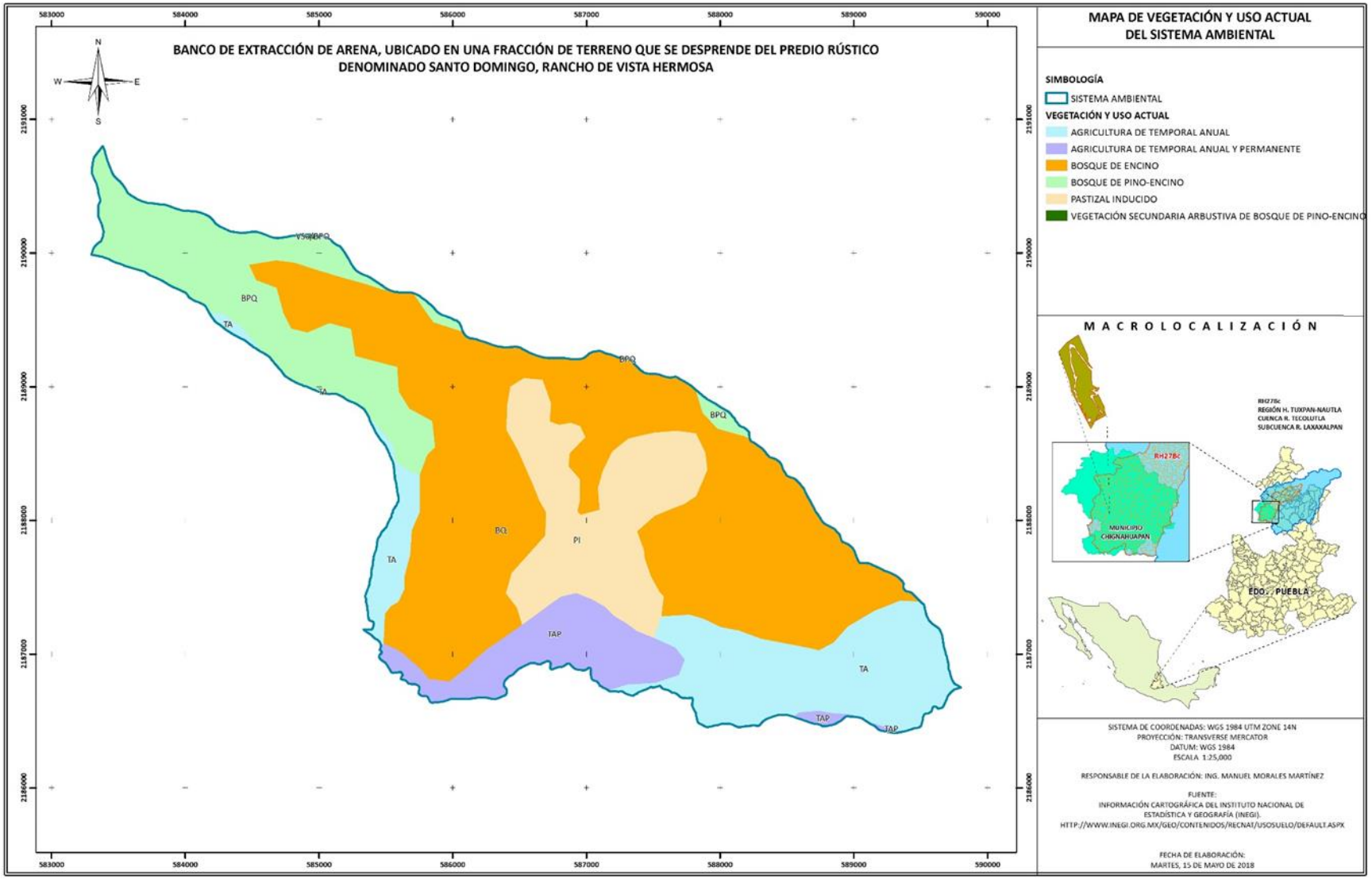


Figura IV.62. Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental.

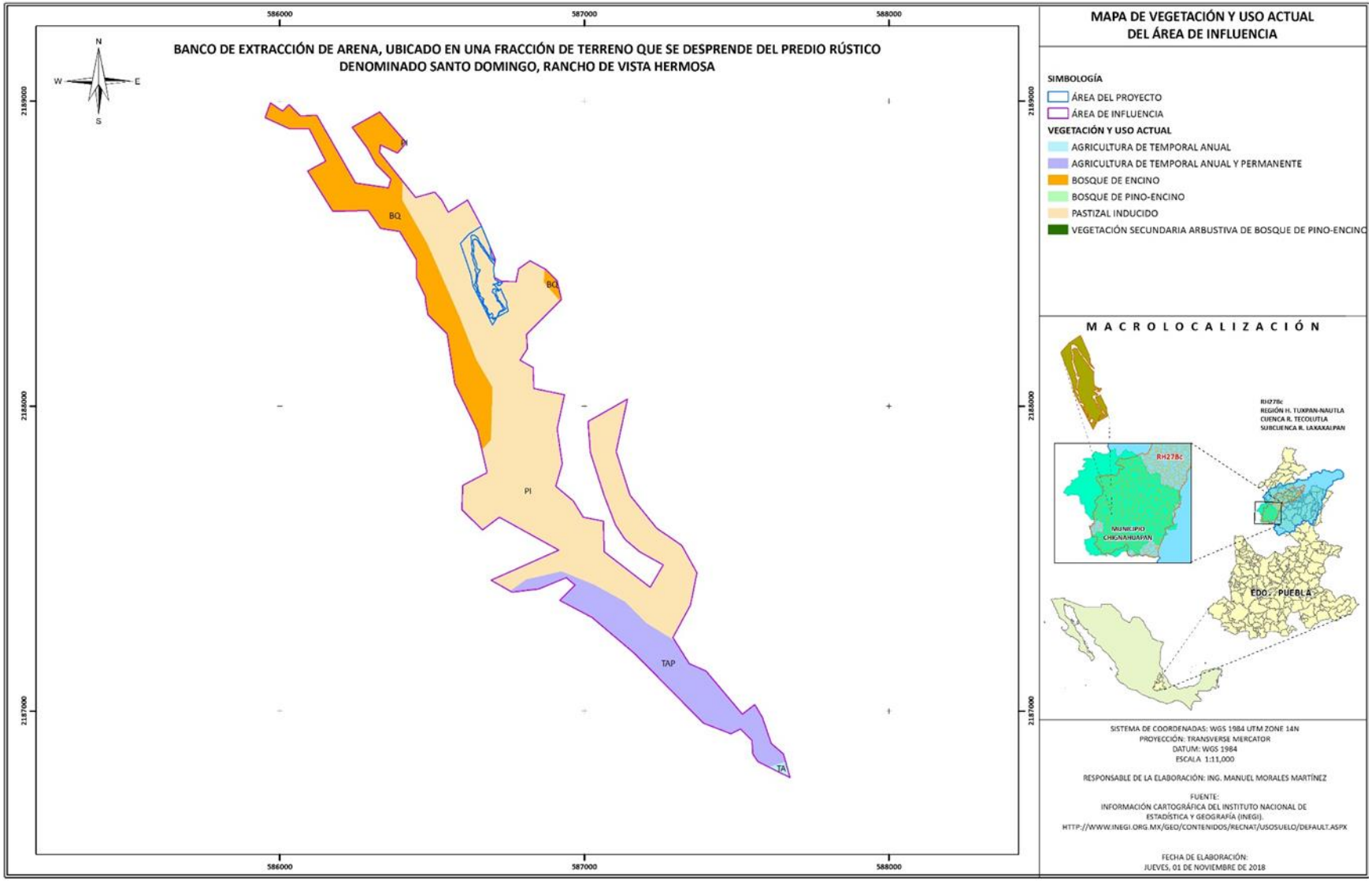


Figura IV.63. Uso de suelo y vegetación del área de influencia y área del proyecto.

ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS SITIOS DE MUESTREO

De los tipos de vegetación identificados para las unidades de análisis de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular para el proyecto **"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"** afectará a bosque de encino; este tipo de vegetación se encuentra distribuido en el sistema ambiental, el cual tiene una superficie total de 1, 077.3591 ha., y en el área de influencia con una superficie total de 63.5162 ha. Durante la realización de los trabajos de campo se observó que en el SA y AI de manera general predomina un uso de suelo de vegetación forestal, áreas agrícolas y pastizal inducido.

La delimitación del área de influencia de cada sitio para obtener la superficie de muestreo del SA y AI para el tipo de vegetación de bosque de encino, se realizó de manera integral desde los elementos bióticos hasta los abióticos (climatología, geología, edafología, hidrología, flora y fauna silvestre), es decir radica en reconocer claramente el área que tiene las mismas características para formar parte del área de influencia por cada sitio.

Cuadro IV.35. Superficie del área de influencia de los sitios de muestreo en las unidades de análisis.

Unidad de análisis	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)
SA	Bosque de encino	141.8868
AI	Bosque de encino	48.2822

Cuadro IV.36. Superficie del AP para los cálculos y sitios de muestreo.

Unidad de análisis	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (Ha)
AP	Bosque de encino	2.0093

Estado de conservación

Este estado se caracterizó de acuerdo a los resultados obtenidos por el índice de Shannon-Wiener el cual tiene como finalidad manifestar la heterogeneidad de una comunidad. 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.

De acuerdo a los recorridos realizados por las áreas de cada una de las unidades de análisis (SA, AI y AP) las características de la vegetación presentan:

SISTEMA AMBIENTAL

Una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación;

Aunado a lo anterior el resultado para las áreas del SA es que se encuentra con una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación mostrando valores para **BE** en el estrato arbóreo de **H= 1.3889** con una diversidad baja, en el estrato arbustivo de **H= 1.8001** con una diversidad baja, en el estrato herbáceo un valor de **H= 2.6629** con una diversidad media y por último el estrato epífitas y/o cactáceas de **H= 1.5806** con una diversidad baja.

Dichos valores están tanto como una diversidad baja y media; es por esto que se alude que tendría una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación.



Imagen IV.1. Estado de conservación del área del SA.

ÁREA DE INFLUENCIA

Una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación;

Para las áreas del AI, se encuentra con una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación mostrando valores para **BE** en el estrato arbóreo de **H= 1.1852** con una diversidad baja, en el estrato arbustivo de **H= 1.6776** con una diversidad baja, en el estrato herbáceo un valor de **H= 2.3188** con una diversidad media y por último el estrato epífitas y/o cactáceas de **H= 1.2993** con una diversidad baja.

Dichos valores están tanto como una diversidad baja y media; es por esto que se alude que tendría una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación.



Imagen IV.2. Estado de conservación del AI.

ÁREA DEL PROYECTO

Una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación;

Por último para las áreas del AP, se encuentra con una diversidad baja en un estado de conservación pobre con perturbación mostrando valores para **BE** en el estrato arbóreo de **0.6100** con una diversidad muy baja, en el estrato arbustivo de **H= 0.0000** con una diversidad muy baja (esto se debe a que en el AP solo se encontró una especie, pudiendo aludir que es la especie dominante para este estrato), en el estrato herbáceo un valor de **H= 1.4588** con una diversidad baja y por último el estrato epífitas y/o cactáceas de **H= 1.2708** con una diversidad baja.



Imagen IV.3. Estado de conservación del AP.

Se realizó un muestreo dentro del tipo de vegetación de bosque de encino, correspondiente a las áreas de cada unidad de análisis. La metodología de muestreo que se utilizo fue la siguiente:

IV.3.1.2.1.1 METODOLOGÍA QUE SE EMPLEÓ EN LA TOMA DE DATOS PARA LA FLORA

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).

Las unidades muéstrales deben satisfacer tres requisitos importantes[xvi]:

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

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 más detalle se describe el modelo que se utilizó a continuación. Las unidades de muestreo son los elementos utilizados para seleccionar la muestra. En la realización de inventarios forestales con muestreo, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados o sitios circulares de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos (SEMARNAT-CONAFOR, 2012).

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:

- 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[xvii].

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Una vez descrito a través de consultas bibliográficas los principales ecosistemas que pudieran existir en las unidades de análisis, se procede a realizar su corroboración a través del levantamiento de información de manera práctica (en campo).

Metodología empleada en el registro de especies

Para la toma de datos e información referente a la flora se implementó la siguiente metodología:

1. Para el listado florístico se consultaron referencias bibliográficas de los elementos florísticos que se encontrarían en la zona y los dominantes.

2007. Fascículo 150. Familia Leguminosae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes.
Casas A., Valiente-Banuet A., Viveros J. L., Caballero J., Cortés L., Dávila P., Lira R. y Rodríguez A. I. 2000. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. 38 p.

- Espejo-Serna A. y López-Ferrari A. R. 2010. Fascículo 165. Bromeliaceae. Flora del bajío y regiones adyacentes. Departamento de Biología. Herbario Metropolitano, México, D.F. 82 p.
- García Mendoza A., Tenorio Lezama, P. y Reyes Santiago J.1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. Acta Botánica Mexicana. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, México. 53-73 pp.
- 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.
- Medina-Lemos R. 2012. Cactaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 246 p.
- Méndez-Larios I., Ortiz E. y Villaseñor J. L. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerofítica de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. Serie Botánica. Tlanepantla, Estado de México, D.F. 75(1): 87-104 pp.
- Mondragón-Chaparro D. M., Ramírez-Morillo I. M., Flores-Cruz M. y García-Franco J. G. 2001. La familia Bromeliaceae en México. Texcoco, Estado de México. 103 p.
- Paredes-Flores M., Lira-Saade R. y Dávila-Aranda P. D. 2007. Estudio etnobotánica de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta Botánica Mexicana. Estado de México, México. 50 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.
- Sánchez-Ken J.G. 2011. Fascículo 81. Poaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D.F. 230 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.

2. Se delimitó, en la carta topográfica y la imagen de satélite, para definir sus límites y colindancias y tener una primera idea de la superficie a muestrear.



Figura IV.64. Mapa del área del proyecto.

3. Se realizó un muestreo en el área del proyecto en una superficie de 2.0093 hectáreas, para bosque de encino, la delimitación de esta superficie se hizo mediante cuerda compensada y cinta métrica.
4. Se empleó un diseño de muestreo al azar, el cual consistió en seleccionar, árboles, arbustos, hierbas y hierbas (cactáceas y otras), que no presentaran diferencias en altura y densidad, con el fin de aumentar la precisión de las estimaciones.

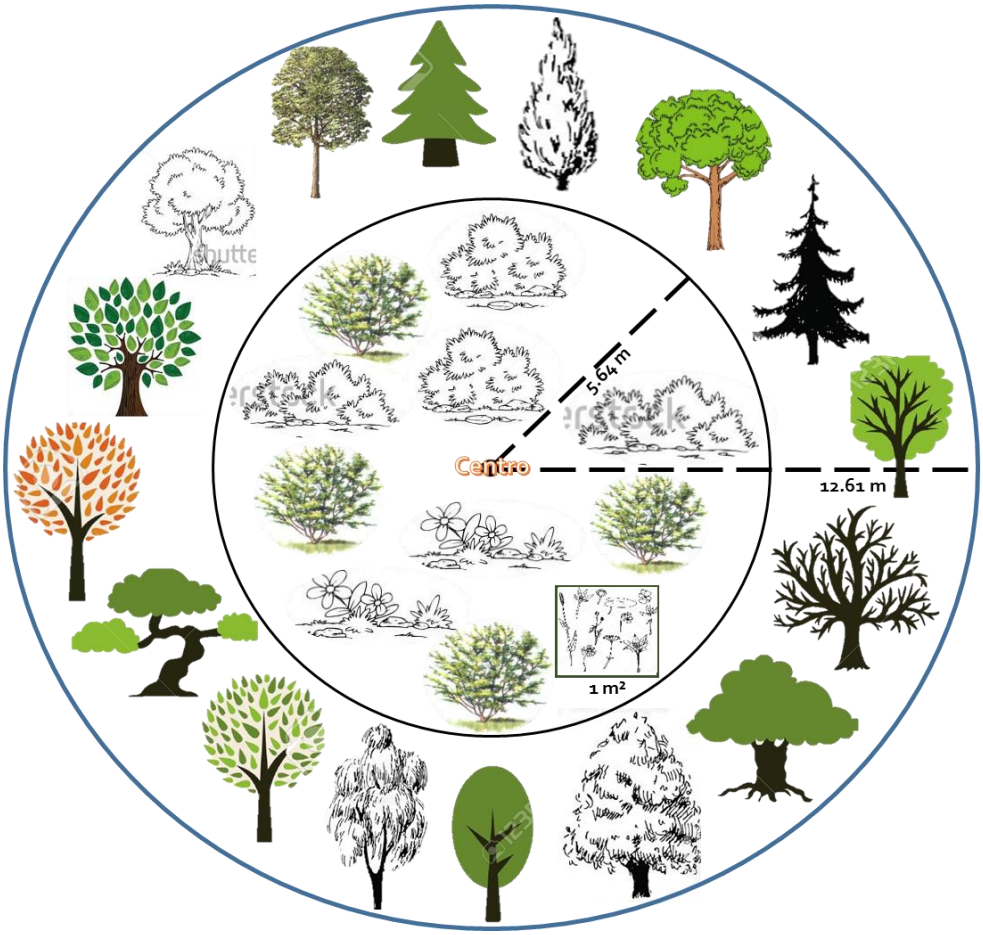


Figura IV.65. Esquema de la forma y tamaño de los sitios (500 m^2).

5. Todos los datos fueron registrados en formatos previamente elaborados, como el que se muestra a continuación.

TOMA DE DATOS DEL PROYECTO_____ COORDENADAS DEL SITIO: _____

FECHA: _____ _____

RESPONSABLE DE LA BRIGADA

_____

DATOS DEL SITIO

No. SITIO _____ ASMN: _____ HIDROLOGÍA: _____
PENDIENTE: _____ TIPOGRAFÍA: _____ EROSION: _____
EXPOSICIÓN: _____ TIPO DE VEGETACIÓN: _____ TEXTURA DEL SUELO: _____
ROCOSIDAD: _____ PERTURBACIONES: _____
PROFUNDIDAD DEL SUELO: _____

OBSERVACIONES GENERALES:
_____
_____
_____
_____

TIERRAS FRÁGILES		
COORDENADAS		OBRA PROPUESTA
X	Y	

ÁRBOLES				ARBUSTOS		COORD:	
No.	ESPECIE	DN	ALT	No.	ESPECIE	No.	ESPECIE
							HIERBAS SITIO 1*1
							SITIO (m²) EPÍF. Y/O CACTÁ.

Figura IV.66. Formato de captura utilizado para los sitios de muestreo.

6. Para la ubicación de cada sitio se utilizó un GPSmap 60Sx marca Garmin, con una precisión del ±5 grados de error.



Imagen IV.4. Ubicación del sitio de muestreo

El tamaño de los sitios de muestreo para los estratos fue de manera homogénea por unidades de análisis, como a continuación se describen:

SA

a) Estrato arbóreo:
- Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 14 sitios.

b) Estrato arbustivo:
- Con un radio de 5.64 m (100 m^2)= 14 sitios.

c) Estrato herbáceo:
- Se realizaron sitios con un largo de 1 x 1 m de ancho= 17 sitios.

d) Estrato epífitas y/o cactáceas:
- Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 14 sitios.

AI

e) Estrato arbóreo:
- Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 15 sitios.

f) Estrato arbustivo:
- Con un radio de 5.64 m (100 m^2)= 15 sitios.

g) Estrato herbáceo:
- Se realizaron sitios con un largo de 1 x 1 m de ancho= 17 sitios.

h) Estrato epífitas y/o cactáceas:
- Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 15 sitios.

AP

i) Estrato arbóreo:
- Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 5 sitios.

j) Estrato arbustivo:
- Con un radio de 5.64 m (100 m^2)= 5 sitios.

k) Estrato herbáceo:
- Se realizaron sitios con un largo de 1 x 1 m de ancho= 5 sitios.

l) Estrato epífitas y/o cactáceas:
- Con radio de 12.61 m (500 m^2)= 5 sitios.



Imagen IV.5. Ejemplo de delimitación del sitio de muestreo

Nota: *Se utilizaron sitios de muestreo circulares, habiendo utilizado una cuerda compensada por pendiente.*

Para la toma de datos se ocupó el siguiente material:

Material para la colecta de especies:

- Libreta de campo
- Lápiz y plumón indeleble
- Lápiz graso
- Fichas y/o formatos de colecta
- Tijeras de podar
- Machete
- Morral grande
- Etiquetas adhesivas y de colgar
- Bolsas de papel medianas y grandes
- Prensa portátil
- Papel periódico, papel secante, cartón corrugado y lazos
- Bolsas de plástico
- Cinta diamétrica
- Garrocha para recolectar
- Clinómetro
- Binoculares
- GPS
- Cámara fotográfica

Para la toma de datos se conformó 2 brigadas de 3 personas, las actividades comenzaron a las 8:00 am y se detuvieron a las 5:00 pm.



Imagen IV.6. Ejemplo de la toma de datos.

TEMPORADA DE MUESTREOS EN CAMPO

Cabe señalar que el primer muestreo (AP, AI y SA) se realizó a finales del mes de mayo y principios de junio; el segundo muestreo (AI y SA) se realizó a mediados de noviembre y principios de diciembre. Esto con la finalidad de muestrear en diferentes estaciones del año por la variabilidad de las especies. A continuación, se presenta un diagrama ombrotérmico, demostrando los meses con mayor y menor precipitación, referente a la estación meteorológica 13132 (El Tepozan).

Cuadro IV.37. Datos climáticos de la estación meteorológica 13132 (El Tepozan).

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	15.8	11
Febrero	21.3	11.5
Marzo	35.8	12.6
Abril	53.7	13
Mayo	91.6	12.8
Junio	164.5	12.7
Julio	172.9	11.9
Agosto	119.5	11.8

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Septiembre	131	11.9
Octubre	57.8	11.4
Noviembre	33.1	11
Diciembre	13.5	11

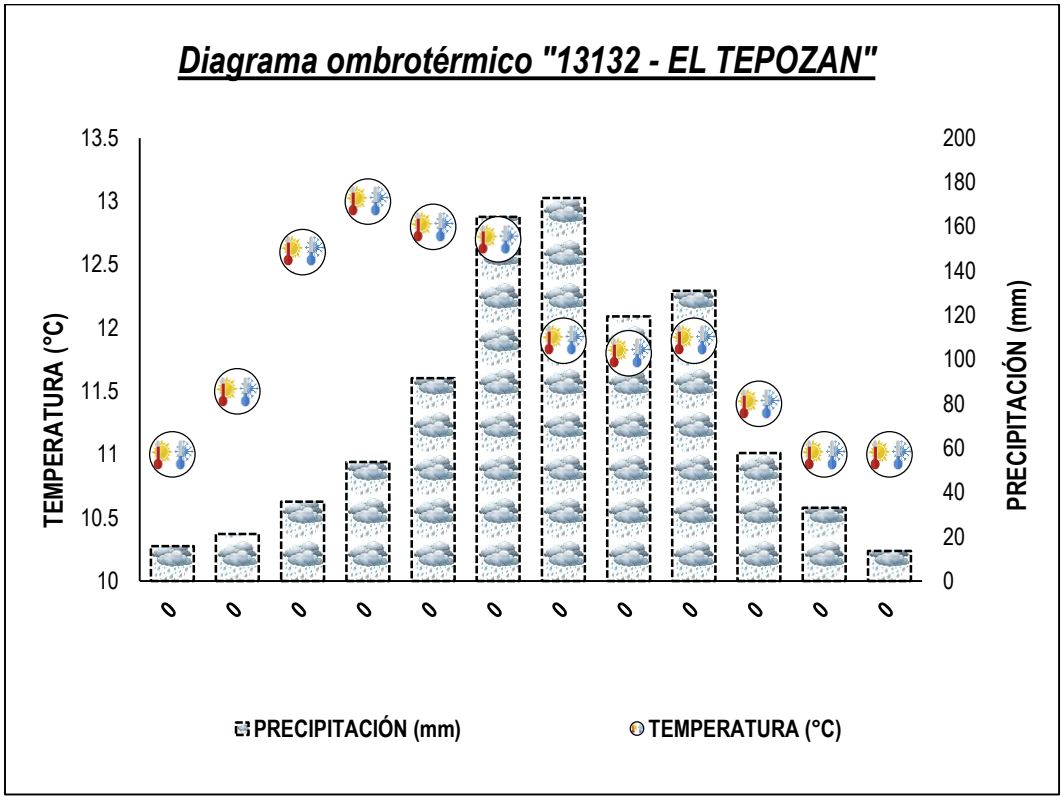


Figura IV.67. Diagrama ombrotérmico "13132 - EL TEPOZAN" de los meses con mayor y menor precipitación.

PLANOS DEL MUESTREO

En los cuadros y figuras siguientes se presentan los sitios de flora para los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas en el levantamiento de información de campo para las unidades de análisis.

SISTEMA AMBIENTAL (SA)

Cuadro IV.38. Coordenadas de los sitios de muestreo de los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y epífitas y/o cactáceas) para el SA.

ESTRATO ARBÓREO		
ID	X	Y
1	586382	2189113
2	586259	2188971
3	586033	2189121
4	585758	2189126
5	585581	2189159

ESTRATO ARBUSTIVO		
ID	X	Y
1	586382	2189113
2	586259	2188971
3	586033	2189121
4	585758	2189126
5	585581	2189159

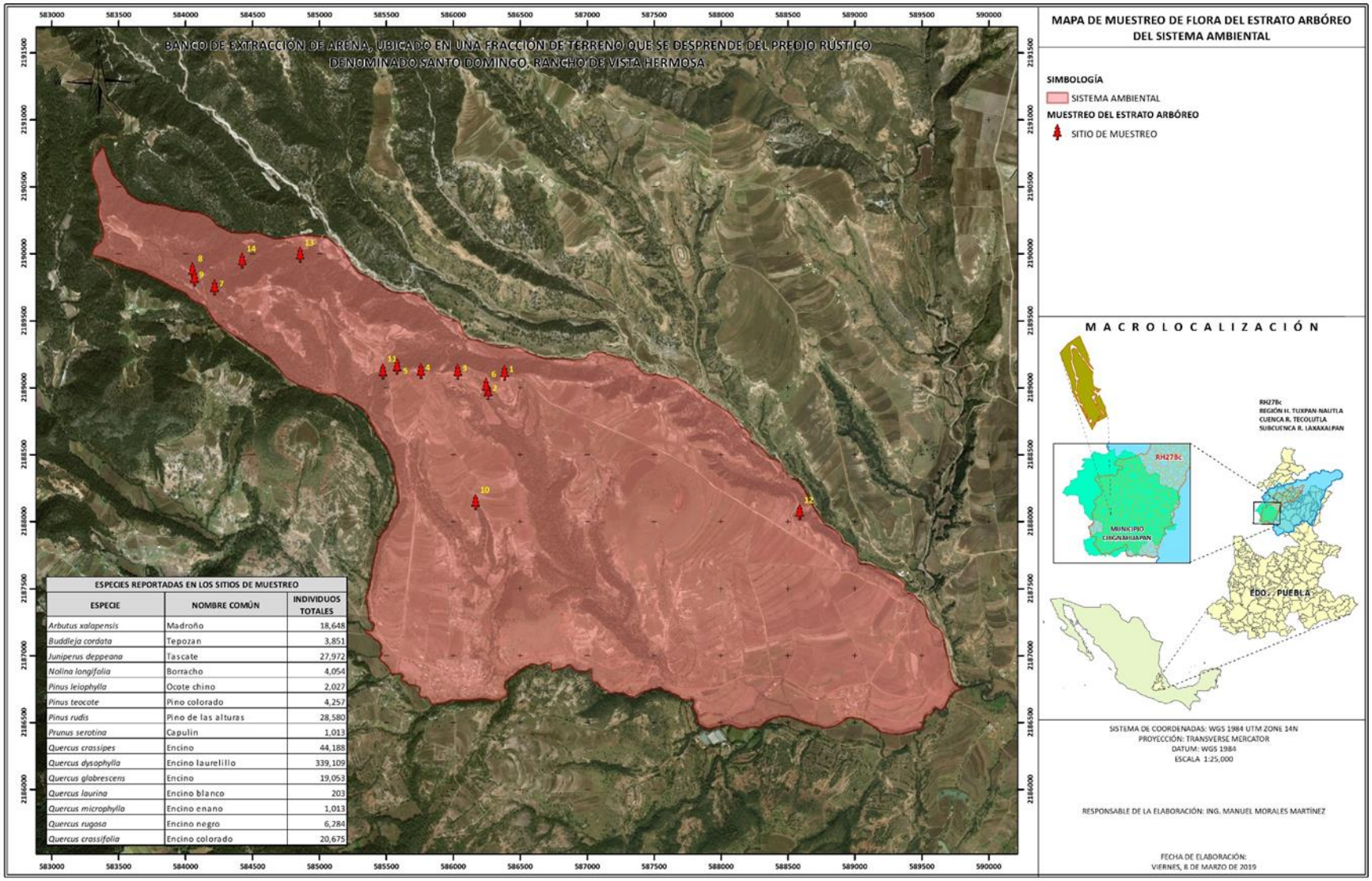
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS		
ID	X	Y
1	586382	2189113
2	586259	2188971
3	586033	2189121
4	585758	2189126
5	585581	2189159

ESTRATO ARBÓREO			ESTRATO ARBUSTIVO			ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS		
ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
6	586245	2189012	6	586245	2189012	6	586245	2189012
7	584216	2189750	7	584216	2189750	7	584216	2189750
8	584051	2189876	8	584051	2189876	8	584051	2189876
9	584067	2189818	9	584067	2189818	9	584067	2189818
10	586166	2188147	10	586166	2188147	10	586166	2188147
11	585474	2189124	11	585474	2189124	11	585474	2189124
12	588588	2188071	12	588588	2188071	12	588588	2188071
13	584856	2189993	13	584856	2189993	13	584856	2189993
14	584423	2189949	14	584423	2189949	14	584423	2189949

Cuadro IV.39. Coordenadas de los sitios de muestreo y sus respectivos vértices del estrato herbáceo para el SA.

ESTRATO HERBÁCEO											
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE		ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	586382	2189113	1	586381.5	2189112.5	10	586166	2188147	1	586165.5	2188146.5
			2	586381.5	2189113.5				2	586165.5	2188147.5
			3	586382.5	2189113.5				3	586166.5	2188147.5
			4	586382.5	2189112.5				4	586166.5	2188146.5
2	586259	2188969	1	586258.5	2188968.5	11	585476	2189127	1	585475.5	2189126.5
			2	586258.5	2188969.5				2	585475.5	2189127.5
			3	586259.5	2188969.5				3	585476.5	2189127.5
			4	586259.5	2188968.5				4	585476.5	2189126.5
3	586033	2189121	1	586032.5	2189120.5	12	588588	2188071	1	588587.5	2188070.5
			2	586032.5	2189121.5				2	588587.5	2188071.5
			3	586033.5	2189121.5				3	588588.5	2188071.5
			4	586033.5	2189120.5				4	588588.5	2188070.5
4	585758	2189126	1	585757.5	2189125.5	13	584856	2189993	1	584855.5	2189992.5
			2	585757.5	2189126.5				2	584855.5	2189993.5
			3	585758.5	2189126.5				3	584856.5	2189993.5
			4	585758.5	2189125.5				4	584856.5	2189992.5
5	585581	2189159	1	585580.5	2189158.5	14	584423	2189949	1	584422.5	2189948.5
			2	585580.5	2189159.5				2	584422.5	2189949.5
			3	585581.5	2189159.5				3	584423.5	2189949.5
			4	585581.5	2189158.5				4	584423.5	2189948.5
6	586245	2189012	1	586244.5	2189011.5	15	585629	2189129	1	585628.5	2189128.5
			2	586244.5	2189012.5				2	585628.5	2189129.5
			3	586245.5	2189012.5				3	585629.5	2189129.5
			4	586245.5	2189011.5				4	585629.5	2189128.5
7	584216	2189750	1	584215.5	2189749.5	16	586236	2188988	1	586235.5	2188987.5
			2	584215.5	2189750.5				2	586235.5	2188988.5
			3	584216.5	2189750.5				3	586236.5	2188988.5
			4	584216.5	2189749.5				4	586236.5	2188987.5

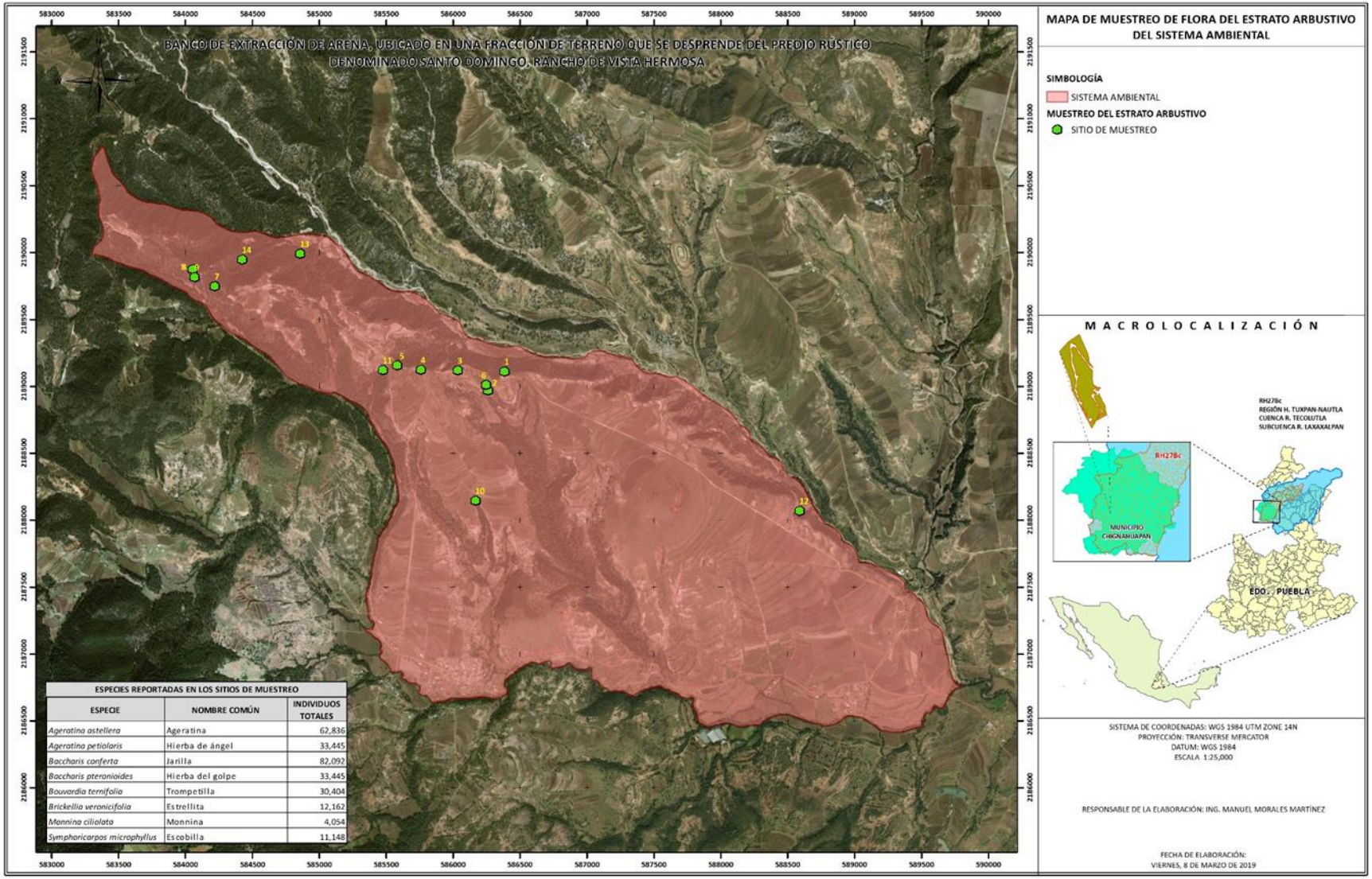
ESTRATO HERBÁCEO											
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE		ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
8	584051	2189876	1	584050.5	2189875.5	17	586378	2189111	1	586377.5	2189110.5
			2	584050.5	2189876.5				2	586377.5	2189111.5
			3	584051.5	2189876.5				3	586378.5	2189111.5
			4	584051.5	2189875.5				4	586378.5	2189110.5
9	584067	2189818	1	584066.5	2189817.5						
			2	584066.5	2189818.5						
			3	584067.5	2189818.5						
			4	584067.5	2189817.5						



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Arbutus xalapensis	Madroño	18,648
Buddleja cordata	Tepozan	3,851
Juniperus deppeana	Tascate	27,972
Nolina longifolia	Borracho	4,054
Pinus leiophylla	Ocote chino	2,027
Pinus teocote	Pino colorado	4,257
Pinus rudis	Pino de las alturas	28,580
Prunus serotina	Capulin	1,013
Quercus crassipes	Encino	44,188
Quercus dysophylla	Encino laurelillo	339,109
Quercus glabrescens	Encino	19,053
Quercus laurina	Encino blanco	203
Quercus microphylla	Encino enano	1,013
Quercus rugosa	Encino negro	6,284
Quercus crassifolia	Encino colorado	20,675

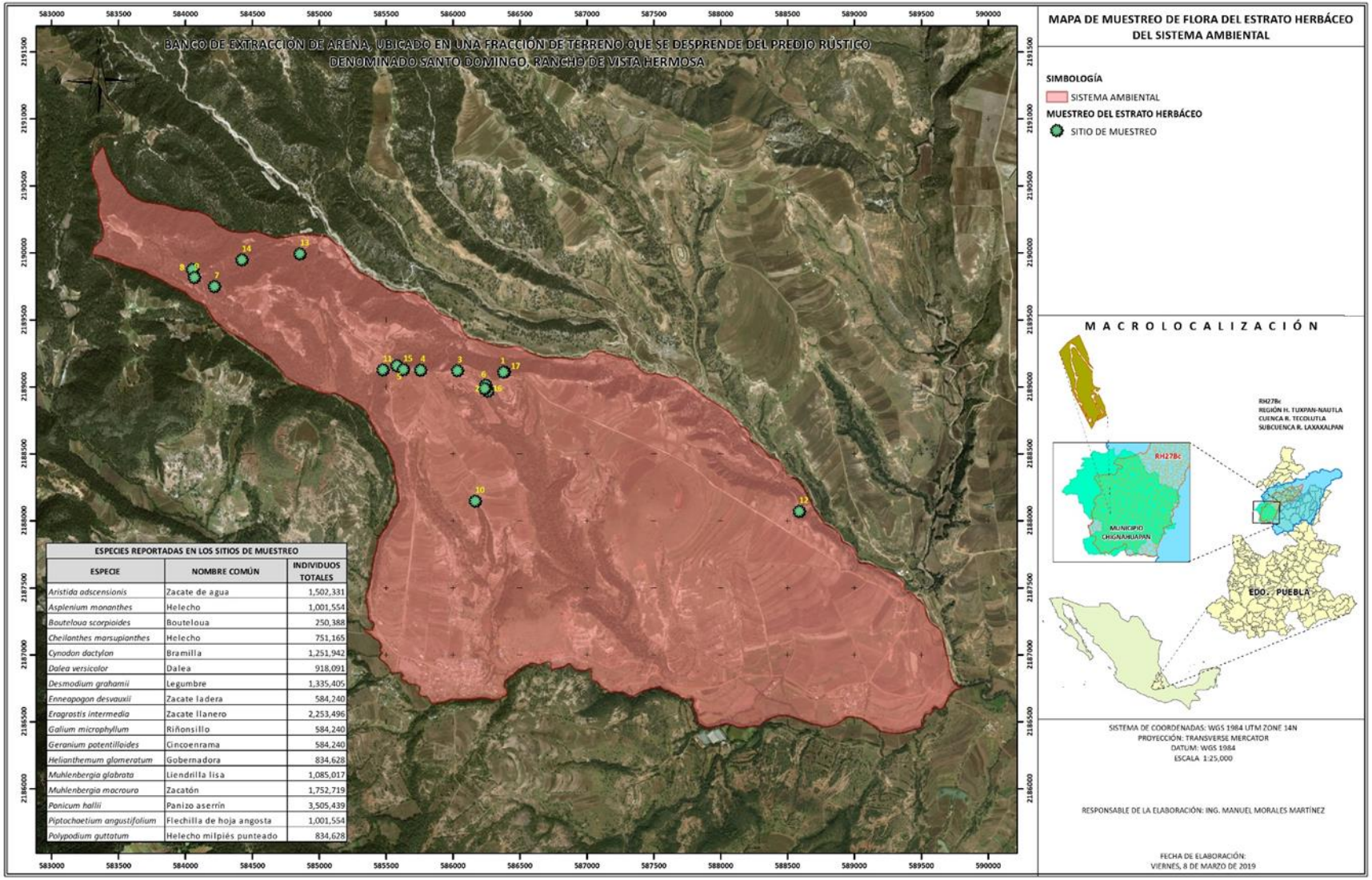
Figura IV.68. Sitios de muestreo del SA para el estrato arbóreo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Ageratina asteliera	Ageratina	62,836
Ageratina petiolaris	Hierba de ángel	33,445
Baccharis conferta	Jarilla	82,092
Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	33,445
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	30,404
Brickellia veronicifolia	Estrellita	12,162
Monnina ciliolata	Monnina	4,054
Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	11,148

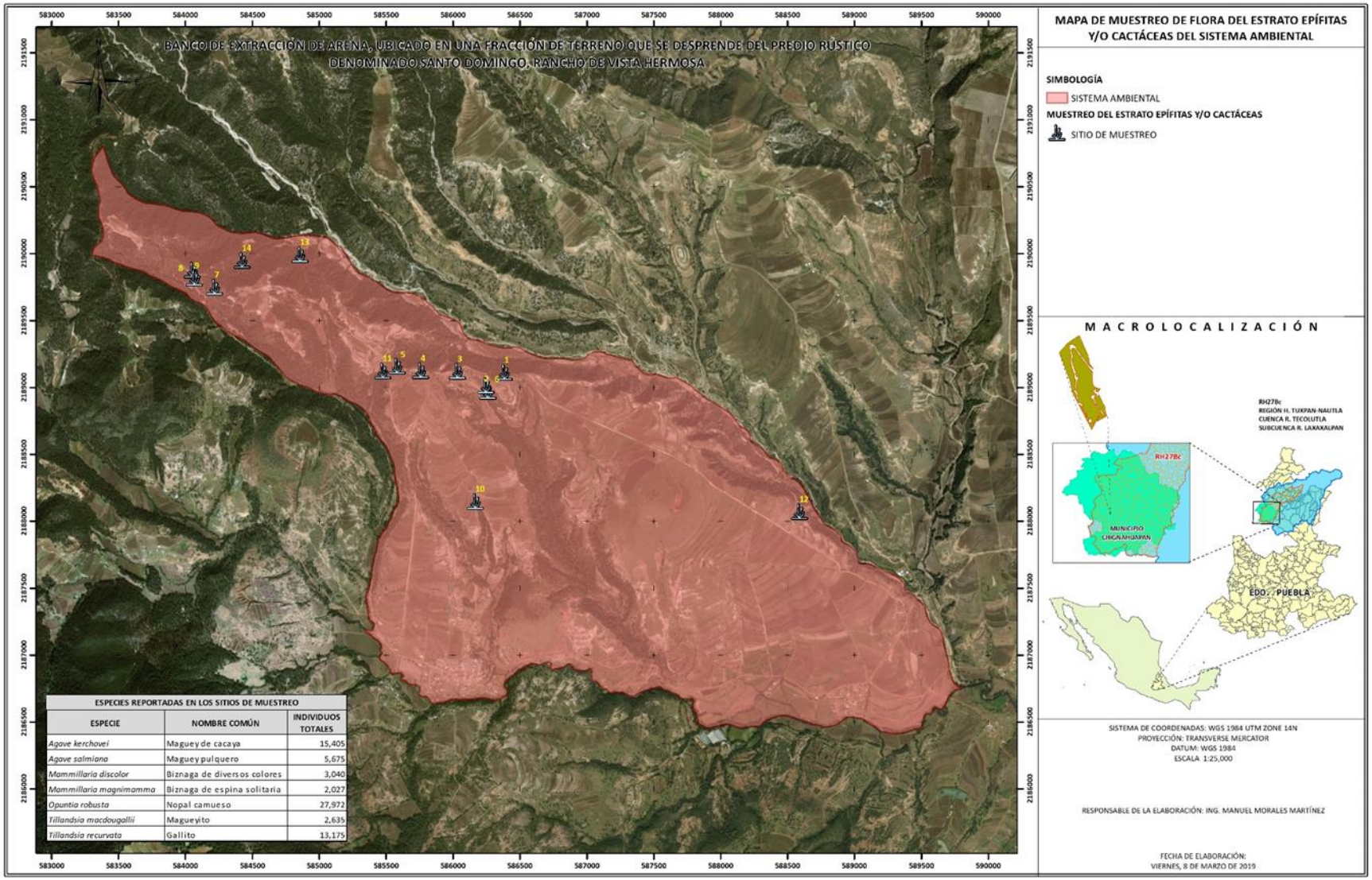
Figura IV.69. Sitios de muestreo del SA para el estrato arbustivo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Aristida adscensionis	Zacate de agua	1,502,331
Asplenium monanthes	Helecho	1,001,554
Bouteloua scorpioides	Bouteloua	250,388
Cheilanthes marsupianthes	Helecho	751,165
Cynodon dactylon	Bramilla	1,251,942
Dalea versicolor	Dalea	918,091
Desmodium grahamii	Legumbre	1,335,405
Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	584,240
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	2,253,496
Galium microphyllum	Riñonsillo	584,240
Geranium potentilloides	Cincoenrama	584,240
Helianthemum glomeratum	Gobernadora	834,628
Muhlenbergia glabrata	Liendrilla lisa	1,085,017
Muhlenbergia macroura	Zacatón	1,752,719
Ponicum hallii	Panizo aserrín	3,505,439
Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	1,001,554
Polypodium guttatum	Helecho milpiés punteado	834,628

Figura IV.70. Sitios de muestreo del SA para el estrato herbáceo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Agave kerchovei	Maguey de cacaya	15,405
Agave salmiana	Maguey pulquero	5,675
Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	3,040
Mammillaria magnimamma	Biznaga de espina solitaria	2,027
Opuntia robusta	Nopal camueso	27,972
Tillandsia macdougallii	Magueyito	2,635
Tillandsia recurvata	Gallito	13,175

Figura IV.71. Sitios de muestreo del SA para el estrato epífitas y/o cactáceas.

ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

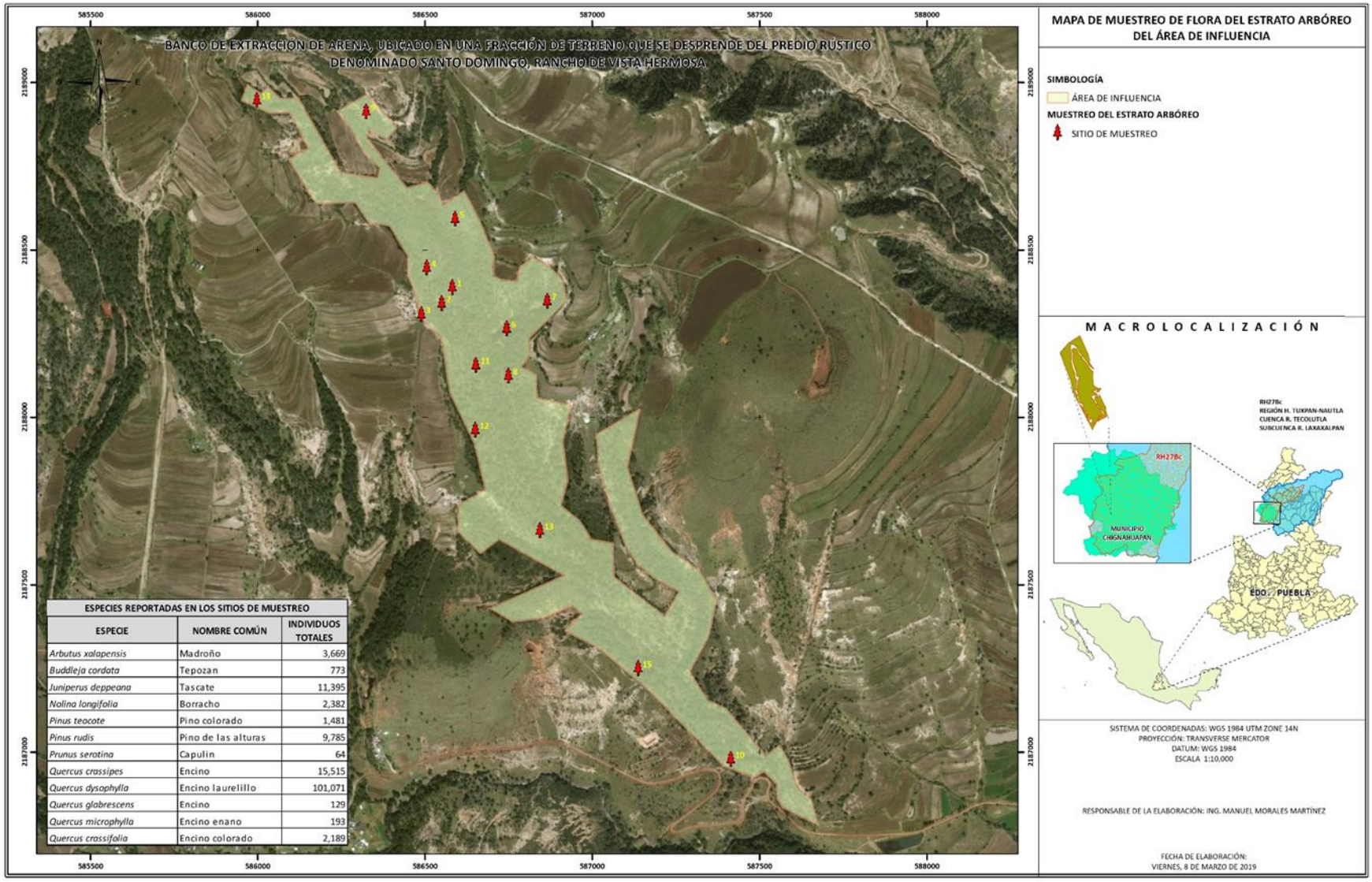
Cuadro IV.40. Coordenadas de los sitios de muestreo de los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y epífitas y/o cactáceas) para el AI.

ESTRATO ARBÓREO			ESTRATO ARBUSTIVO			ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS		
ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	586581	2188390	1	586581	2188390	1	586581	2188390
2	586550	2188342	2	586550	2188342	2	586550	2188342
3	586489	2188309	3	586489	2188309	3	586489	2188309
4	586505	2188448	4	586505	2188448	4	586505	2188448
5	586590	2188595	5	586590	2188595	5	586590	2188595
6	586744	2188267	6	586744	2188267	6	586744	2188267
7	586865	2188349	7	586865	2188349	7	586865	2188349
8	586749	2188126	8	586749	2188126	8	586749	2188126
9	586324	2188915	9	586324	2188915	9	586324	2188915
10	587414	2186981	10	587414	2186981	10	587414	2186981
11	586652	2188158	11	586652	2188158	11	586652	2188158
12	586650	2187964	12	586650	2187964	12	586650	2187964
13	586843	2187663	13	586843	2187663	13	586843	2187663
14	585997	2188949	14	585997	2188949	14	585997	2188949
15	587137	2187252	15	587137	2187252	15	587137	2187252

Cuadro IV.41. Coordenadas de los sitios de muestreo y sus respectivos vértices del estrato herbáceo para el AI.

ESTRATO HERBÁCEO											
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE		ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	586581	2188390	1	586580.5	2188389.5	10	587414	2186981	1	587413.5	2186980.5
			2	586580.5	2188390.5				2	587413.5	2186981.5
			3	586581.5	2188390.5				3	587414.5	2186981.5
			4	586581.5	2188389.5				4	587414.5	2186980.5
2	586550	2188342	1	586549.5	2188341.5	11	586649	2188157	1	586648.5	2188156.5
			2	586549.5	2188342.5				2	586648.5	2188157.5
			3	586550.5	2188342.5				3	586649.5	2188157.5
			4	586550.5	2188341.5				4	586649.5	2188156.5
3	586489	2188309	1	586488.5	2188308.5	12	586644	2187970	1	586643.5	2187969.5
			2	586488.5	2188309.5				2	586643.5	2187970.5
			3	586489.5	2188309.5				3	586644.5	2187970.5
			4	586489.5	2188308.5				4	586644.5	2187969.5
4	586505	2188448	1	586504.5	2188447.5	13	586847	2187659	1	586846.5	2187658.5
			2	586504.5	2188448.5				2	586846.5	2187659.5
			3	586505.5	2188448.5				3	586847.5	2187659.5
			4	586505.5	2188447.5				4	586847.5	2187658.5
5	586590	2188595	1	586589.5	2188594.5	14	585989	2188953	1	585988.5	2188952.5
			2	586589.5	2188595.5				2	585988.5	2188953.5
			3	586590.5	2188595.5				3	585989.5	2188953.5

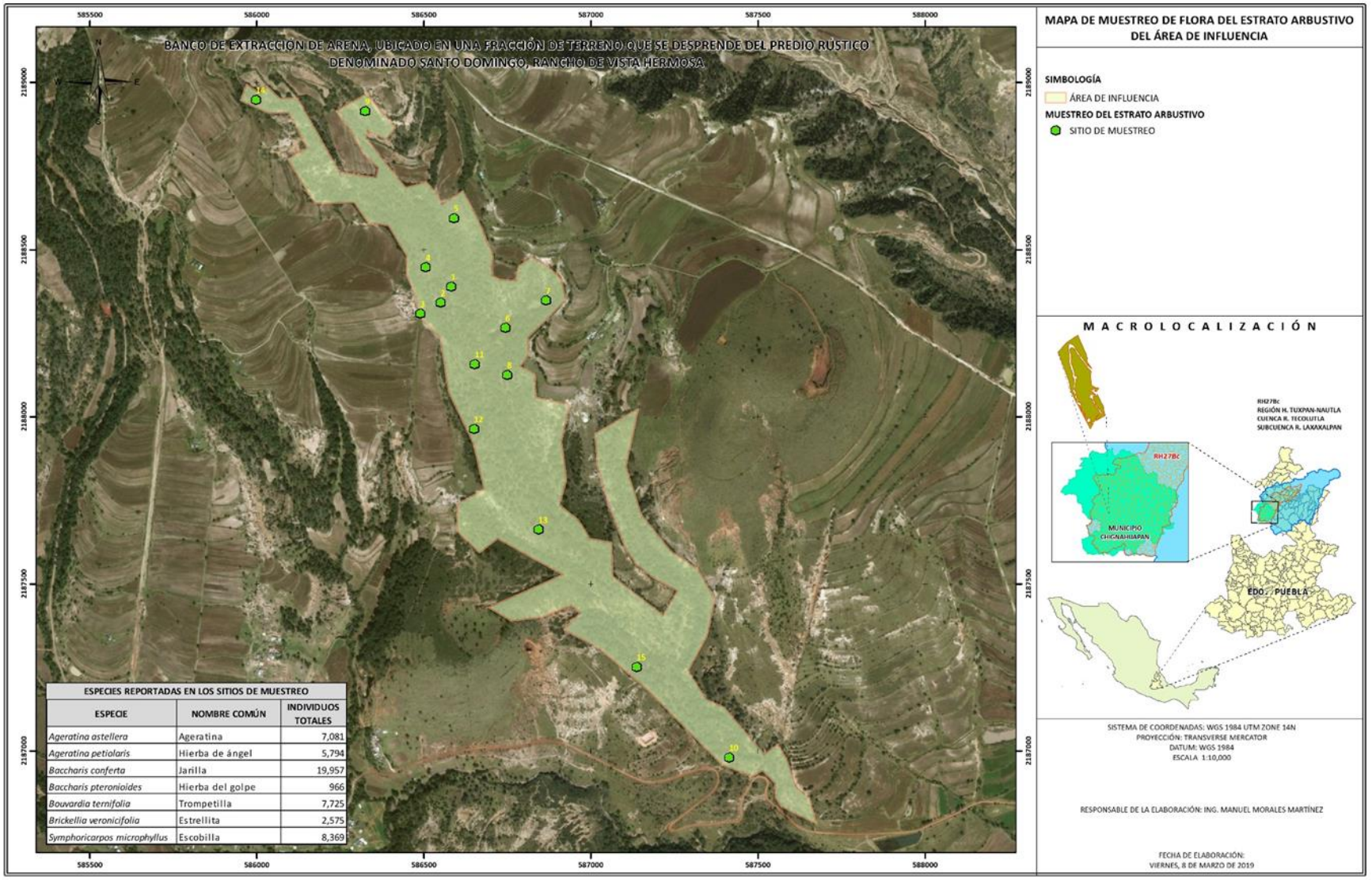
ESTRATO HERBÁCEO											
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE		ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
			4	586590.5	2188594.5				4	585989.5	2188952.5
6	586744	2188267	1	586743.5	2188266.5	15	587137	2187252	1	587136.5	2187251.5
			2	586743.5	2188267.5				2	587136.5	2187252.5
			3	586744.5	2188267.5				3	587137.5	2187252.5
			4	586744.5	2188266.5				4	587137.5	2187251.5
7	586865	2188349	1	586864.5	2188348.5	16	586505	2188450	1	586504.5	2188449.5
			2	586864.5	2188349.5				2	586504.5	2188450.5
			3	586865.5	2188349.5				3	586505.5	2188450.5
			4	586865.5	2188348.5				4	586505.5	2188449.5
8	586749	2188126	1	586748.5	2188125.5	17	586511	2188452	1	586510.5	2188451.5
			2	586748.5	2188126.5				2	586510.5	2188452.5
			3	586749.5	2188126.5				3	586511.5	2188452.5
			4	586749.5	2188125.5				4	586511.5	2188451.5
9	586324	2188915	1	586323.5	2188914.5						
			2	586323.5	2188915.5						
			3	586324.5	2188915.5						
			4	586324.5	2188914.5						



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Arbutus xalapensis	Madroño	3,669
Buddleja cordata	Tepozan	773
Juniperus deppeana	Tascate	11,395
Nolina longifolia	Borracho	2,382
Pinus teocote	Pino colorado	1,481
Pinus rudis	Pino de las alturas	9,785
Prunus serotina	Capulin	64
Quercus crassipes	Encino	15,515
Quercus dysophylla	Encino laurelillo	101,071
Quercus glabrescens	Encino	129
Quercus microphylla	Encino enano	193
Quercus crassifolia	Encino colorado	2,189

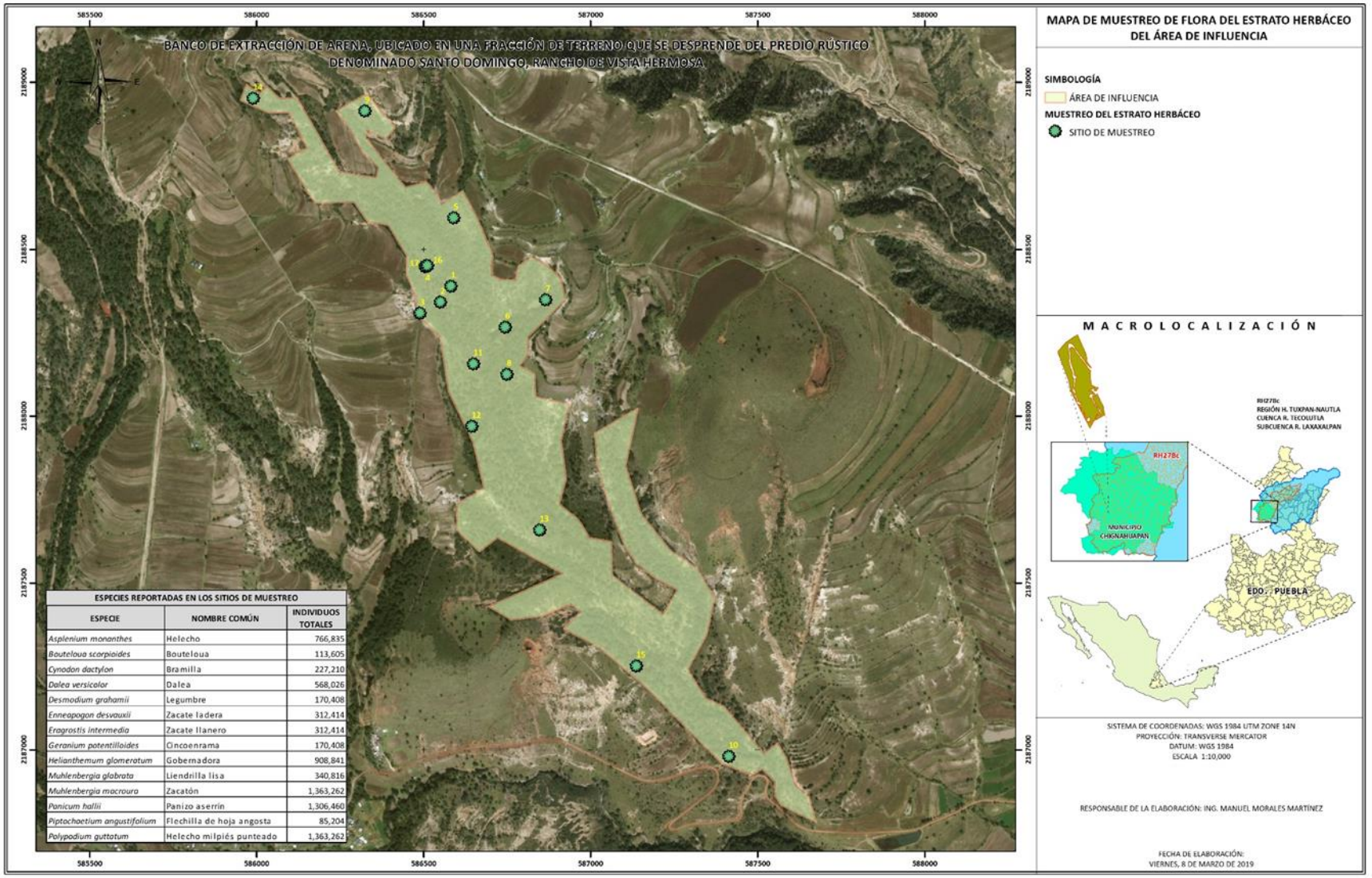
Figura IV.72. Sitios de muestreo del AI para el estrato arbóreo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Ageratina astellera	Ageratina	7,081
Ageratina petiolaris	Hierba de ángel	5,794
Baccharis conferta	Jarilla	19,957
Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	966
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	7,725
Brickellia veronicifolia	Estrellita	2,575
Symphoricarpos microphyllus	Escobilla	8,369

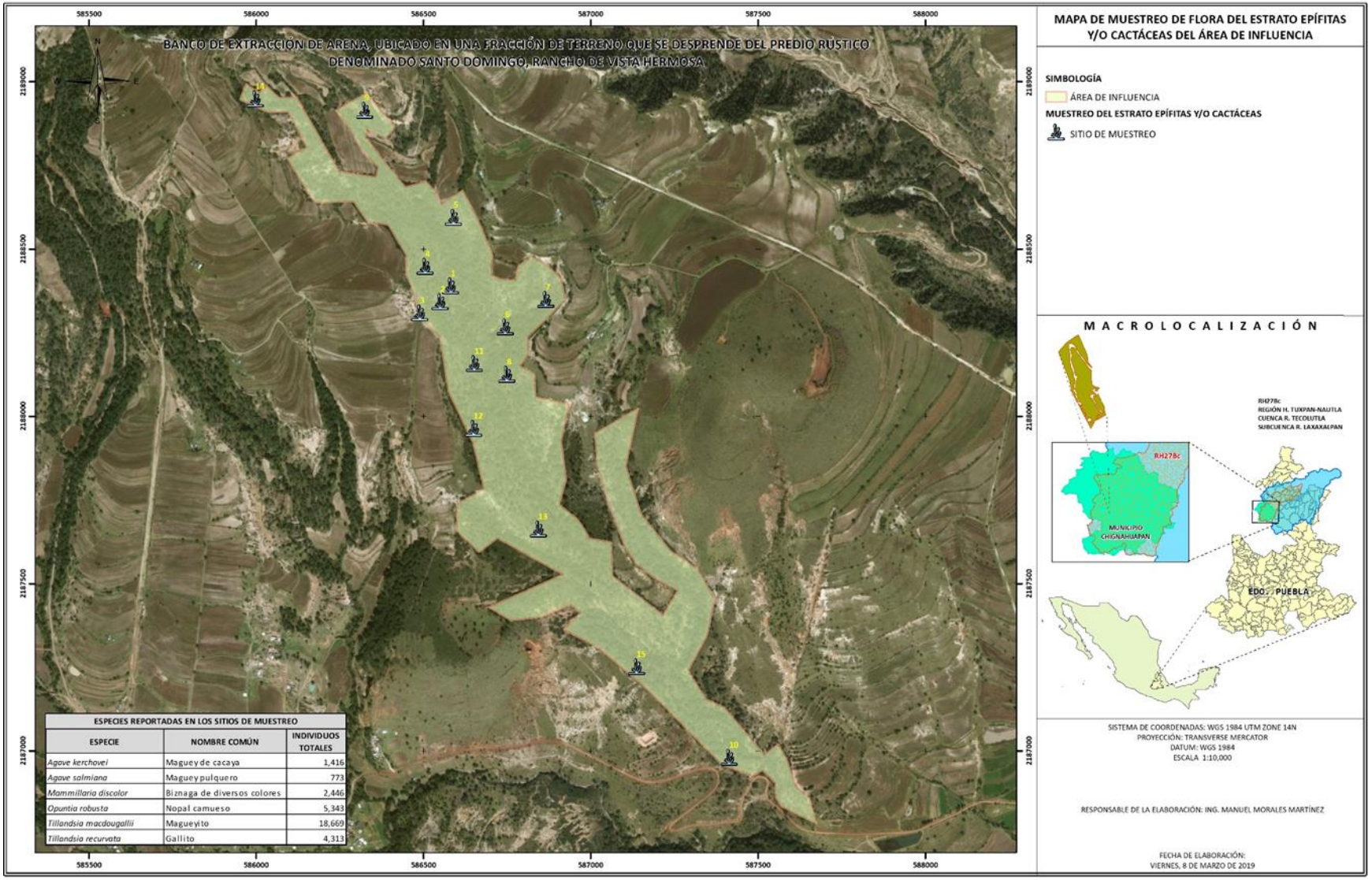
Figura IV.73. Sitios de muestreo del AI para el estrato arbustivo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Asplenium monanthes	Helecho	766,835
Bouteloua scorpioides	Bouteloua	113,605
Cynodon dactylon	Bramilla	227,210
Dalea versicolor	Dalea	568,026
Desmodium grahamii	Legumbre	170,408
Enneapogon desvauxii	Zacate ladera	312,414
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	312,414
Geranium potentilloides	Cincoenrama	170,408
Helianthemum glomeratum	Gobernadora	908,841
Muhlenbergia glabrata	Liendrilla lisa	340,816
Muhlenbergia macroura	Zacatón	1,363,262
Panicum hallii	Panizo aserrín	1,306,460
Piptochaetium angustifolium	Flechilla de hoja angosta	85,204
Polypodium guttatum	Helecho milpiés punteado	1,363,262

Figura IV.74. Sitios de muestreo del AI para el estrato herbáceo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Agave kerchovei	Maguey de cacaya	1,416
Agave salmiana	Maguey pulquero	773
Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	2,446
Opuntia robusta	Nopal camueso	5,343
Tillandsia macdougallii	Magueyito	18,669
Tillandsia recurvata	Gallito	4,313

Figura IV.75. Sitios de muestreo del AI para el estrato epífitas y/o cactáceas.

ÁREA DEL PROYECTO (AP)

Cuadro IV.42. Coordenadas de los sitios de muestreo de los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y epífitas y/o cactáceas) para el AP.

ESTRATO ARBÓREO			ESTRATO ARBUSTIVO			ESTRATO EPÍFITAS Y CACTÁCEAS		
ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	586647	2188521	1	586647	2188521	1	586647	2188521
2	586684	2188473	2	586684	2188473	2	586684	2188473
3	586657	2188425	3	586657	2188425	3	586657	2188425
4	586697	2188393	4	586697	2188393	4	586697	2188393
5	586699	2188322	5	586699	2188322	5	586699	2188322

Cuadro IV.43. Coordenadas de los sitios de muestreo y sus respectivos vértices del estrato herbáceo para el SA.

ESTRATO HERBÁCEO					
ID	CENTRAL		ID	VÉRTICE	
	X	Y		X	Y
1	586647	2188521	1	586646.5	2188520.5
			2	586646.5	2188521.5
			3	586647.5	2188521.5
			4	586647.5	2188520.5
2	586684	2188473	1	586683.5	2188472.5
			2	586683.5	2188473.5
			3	586684.5	2188473.5
			4	586684.5	2188472.5
3	586657	2188425	1	586656.5	2188424.5
			2	586656.5	2188425.5
			3	586657.5	2188425.5
			4	586657.5	2188424.5
4	586697	2188393	1	586696.5	2188392.5
			2	586696.5	2188393.5
			3	586697.5	2188393.5
			4	586697.5	2188392.5
5	586699	2188322	1	586698.5	2188321.5
			2	586698.5	2188322.5
			3	586699.5	2188322.5
			4	586699.5	2188321.5

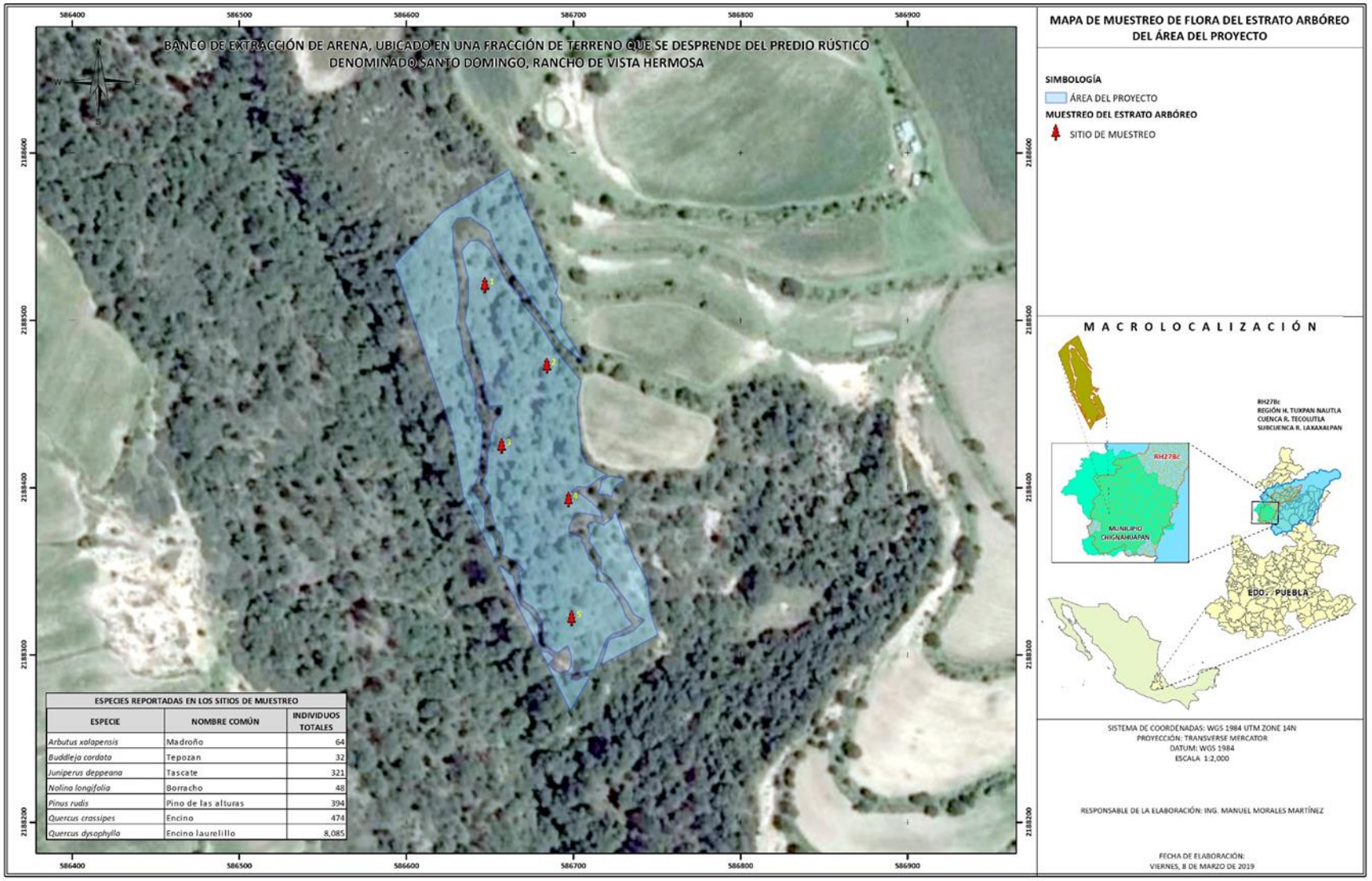


Figura IV.76. Sitios de muestreo del AP para el estrato arbóreo.

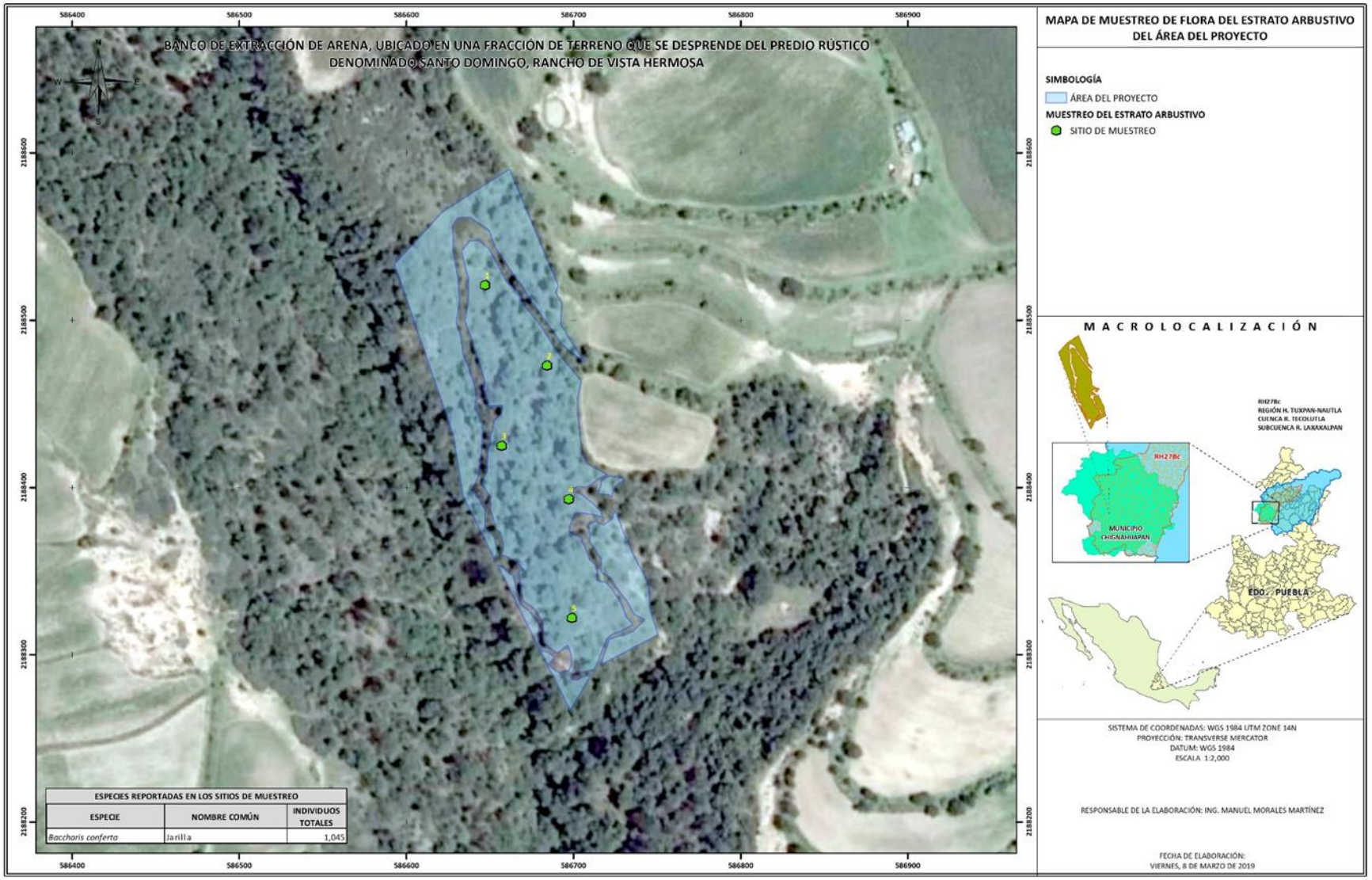


Figura IV.77. Sitios de muestreo del AP para el estrato arbustivo.

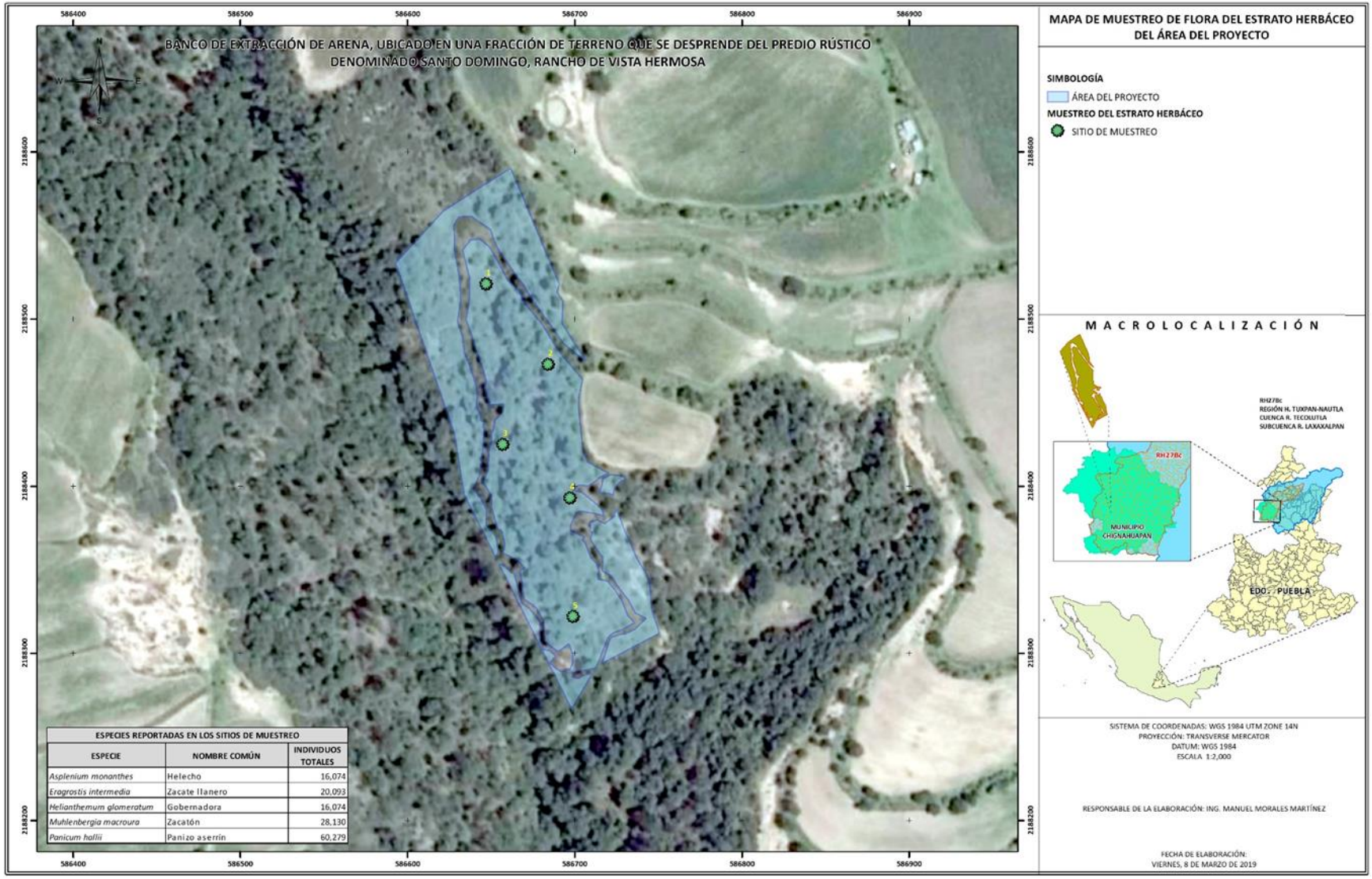
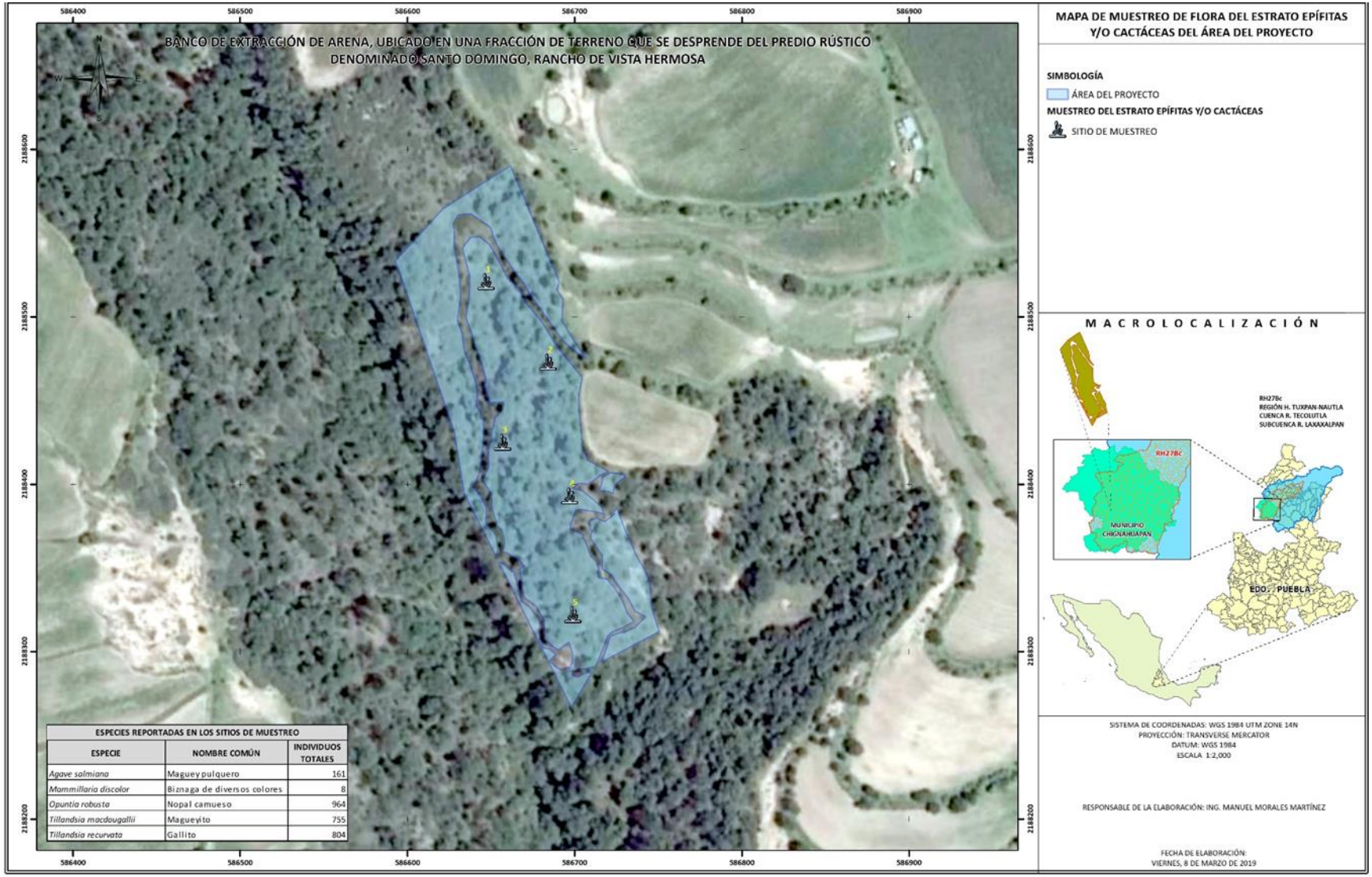


Figura IV.78. Sitios de muestreo del AP para el estrato herbáceo.



ESPECIES REPORTADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS TOTALES
Agave salmiana	Maguey pulquero	161
Mammillaria discolor	Biznaga de diversos colores	8
Opuntia robusta	Nopal camueso	964
Tillandsia macdougallii	Magueyito	755
Tillandsia recurvata	Gallito	804

Figura IV.79. Sitios de muestreo del AP para el estrato epífitas y/o cactáceas.

IV.3.1.2.2 COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES

IV.3.1.2.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que biólogos y ecólogos recurren a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, *et al.,* 2011[xviii]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[xix]). 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 las unidades de análisis (SA, AI y 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". 19 grados de libertad y 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

A continuación, se presentan los tamaños de muestra por cada una de las unidades de análisis (SA, AI y AP).

SISTEMA AMBIENTAL (SA)

Cuadro IV.44. Representatividad estadística del muestreo del SA.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	14
Bosque de encino	2	12
Bosque de encino	3	10

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	4	11
Bosque de encino	5	9
Bosque de encino	6	10
Bosque de encino	7	8
Bosque de encino	8	7
Bosque de encino	9	9
Bosque de encino	10	11
Bosque de encino	11	21
Bosque de encino	12	11
Bosque de encino	13	17
Bosque de encino	14	10
Promedio (ẋ)		11.4286
Muestras (n)		14
Desviación estándar (S)		3.7151
Coeficiente de variación (CV)		32.5074
90% de probabilidad t=		2.160
E=		20
N=		2837.74
Total de sitios 90% (n=)		**12**

De acuerdo con la superficie del sistema ambiental el tipo de vegetación de bosque de encino (141.8868 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 2,837.74 hectáreas.

Cuadro IV.45. Datos utilizados para el tamaño de muestra SA.

Tipo de vegetación	Superficie del SA		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de encino	141.8868	1,418,868.00	500	2,837.74

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:

$$n = \frac{2.160^2 * 32.5074^2}{20^2 + \frac{2.160^2 * 32.5074^2}{2,837.74}} = \mathbf{12}$$

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

Sin embargo, con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual del área del SA se tomaron en campo 14 sitios de muestreo, del cual el modelo matemático pide 12 sitios, con esto se demuestra que se obtuvo más de la representatividad de sitios de lo que arroja como resultado el modelo matemático referente al número de unidades muéstrales estadísticamente representativas que se estimaron con el modelo matemático previamente desarrollado; con la finalidad de realizar un análisis comparativo y significativo de la diversidad presente en el área de interés, toda vez que la distribución de los puntos fue realizada al azar, el cual se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del cambio, es decir: el trabajo de campo se concentró en áreas con el tipo de vegetación e bosque de encino; esto de acuerdo a lo observado en campo y basando en lo establecido en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI.

ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

Cuadro IV.46. Representatividad estadística del muestreo del AI.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	14
Bosque de encino	2	18
Bosque de encino	3	12
Bosque de encino	4	9
Bosque de encino	5	4
Bosque de encino	6	11
Bosque de encino	7	12
Bosque de encino	8	12
Bosque de encino	9	8
Bosque de encino	10	9
Bosque de encino	11	16
Bosque de encino	12	12
Bosque de encino	13	14
Bosque de encino	14	14
Bosque de encino	15	19
Promedio (ẋ)		12.2667
Muestras (n)		15
Desviación estándar (S)		3.8816
Coeficiente de variación (CV)		31.6433
90% de probabilidad t=		2.145
E=		20
N=		965.64
Total de sitios 90% (n=)		**11**

De acuerdo con la superficie del área de influencia el tipo de vegetación de bosque de encino (48.2822 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 965.64.

Cuadro IV.47. Datos utilizados para el tamaño de muestra AI.

Tipo de vegetación	Superficie del AI		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de encino	48.2822	482,822.00	500	965.64

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:

$$n = \frac{2.145^2 * 31.6433^2}{20^2 + \frac{2.145^2 * 31.6433^2}{965.64}} = 11$$

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

Sin embargo, con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual del área del AI se tomaron en campo 15 sitios de muestreo, del cual el modelo matemático pide 11 sitios, con esto se demuestra que se obtuvo más de la representatividad de sitios de lo que arroja como resultado el modelo matemático referente al número de unidades muéstrales estadísticamente representativas que se estimaron con el modelo matemático previamente desarrollado; con la finalidad de realizar un análisis comparativo y significativo de la diversidad presente en el área de interés, toda vez que la distribución de los puntos fue realizada al azar, el cual se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del cambio, es decir: el trabajo de campo se concentró en áreas con el tipo de vegetación de bosque de encino; esto de acuerdo a lo observado en campo y basando en lo establecido en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI.

ÁREA DEL PROYECTO (AP)

Cuadro IV.48. Representatividad estadística del muestreo del AP.

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
Bosque de encino	1	9
Bosque de encino	2	15
Bosque de encino	3	10
Bosque de encino	4	10
Bosque de encino	5	10
Promedio (ẋ)		10.8000
Muestras (n)		5
Desviación estándar (S)		2.3875
Coeficiente de variación (CV)		22.1062
90% de probabilidad t=		2.132
E=		20

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
N=		40.19
Total de sitios 90% (n=)		5

De acuerdo con la superficie del AP el tipo de vegetación de bosque de encino (2.0093 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 40.19.

Cuadro IV.49. Datos utilizados para el tamaño de muestra AP.

Tipo de vegetación	Superficie del AP		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
Bosque de encino	2.0093	20,093.00	500	40.19

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:

$$n = \frac{2.132^2 * 22.1062^2}{20^2 + \frac{2.132^2 * 22.1062^2}{40.19}} = \mathbf{5}$$

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

Con el propósito de llevar a cabo un análisis del estado actual del área del AP se tomaron en campo 5 sitios de muestreo, del cual el modelo matemático pide 5 sitios, con esto se demuestra que se obtuvo la representatividad de sitios de lo que arroja como resultado el modelo matemático referente al número de unidades muéstrales estadísticamente representativas que se estimaron con el modelo matemático previamente desarrollado; con la finalidad de realizar un análisis comparativo y significativo de la diversidad presente en el área de interés, toda vez que la distribución de los puntos fue realizada al azar, el cual se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del cambio, es decir: el trabajo de campo se concentró en áreas con el tipo de vegetación de bosque de encino; esto de acuerdo a lo observado en campo y basando en lo establecido en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI.

De igual forma se anexa memoria de cálculo del tamaño de muestra de cada unidad de análisis (SA, AI y AP) para cada uno de los estratos presentes para la flora silvestre **ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO por capítulo IV (ANEXO C. TAMAÑO_MUESTRA_UA).** Para determinar si el número de sitios de muestreo realizados son suficientes para conocer la diversidad florística presente en las unidades de análisis, se estimó el esfuerzo de muestreo de igual forma por estrato **(ANEXO 8. ESFUERZO_ MUESTREO_UA)**, y los datos en Excel se presentan en el apartado **ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO por capítulo IV (ANEXO D. ESFUERZO_MUESTREO_UA)**; a partir de la cual se establece que con el número de sitios realizados son suficientes.

En los apartados subsiguientes se describen las características de estructura y composición de las comunidades vegetales existentes en cada una de las unidades de análisis.

IV.3.1.2.3 ANÁLISIS DE LA RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA.

Realizado el trabajo de identificación de las especies registradas, la información se utilizó para obtener los análisis de riqueza, abundancia y diversidad florística, los cuales se describen a continuación presentándose tanto para el sistema ambiental, área de influencia como específicamente para el área del proyecto de acuerdo a los sitios de muestreo levantados en cada área.

LISTADO DE ESPECIES DE FLORA

A continuación, se muestran las riquezas por estrato, del muestreo realizado dentro del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto para bosque de encino.

RIQUEZA - SA

Cuadro IV.50. Especies de flora para los diferentes estratos presentes en el SA.

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO PRESENTE EN EL SA				
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
ÁRBOLES				
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado
7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas
8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado
ARBUSTOS				
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
HIERBAS				

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO PRESENTE EN EL SA				
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito

RIQUEZA - AI

Cuadro IV.51. Especies de flora para los diferentes estratos presentes en el AI.

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO PRESENTE EN EL AI				
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
ÁRBOLES				
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO PRESENTE EN EL AI				
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado
ARBUSTOS				
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla
HIERBAS				
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre
6	Poacea	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito

RIQUEZA - AP

Cuadro IV.52. Especies de flora para los diferentes estratos presentes en el AP.

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO PRESENTE EN EL AP				
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
ÁRBOLES				
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	táscate

RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES PARA CADA ESTRATO PRESENTE EN EL AP				
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
ARBUSTOS				
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla
HIERBAS				
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito

INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES

A continuación, se muestran los individuos por hectárea y totales por estrato, del muestreo realizado dentro del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto para bosque de encino.

INDIVIDUOS POR HA y TOT - SA

Cuadro IV.53. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos en el SA.

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA						
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
ÁRBOLES						
1	Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	131	18,648
2	Buddlejaceae	Buddleja	*Buddleja cordata*	Tepozan	27	3,851
3	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	197	27,972
4	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	29	4,054
5	Pinaceae	Pinus	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	14	2,027
6	Pinaceae	Pinus	*Pinus teocote*	Pino colorado	30	4,257
7	Pinaceae	Pinus	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	201	28,580
8	Rosaceae	Prunus	*Prunus serotina*	Capulin	7	1,013
9	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassipes*	Encino	311	44,188
10	Fagaceae	Quercus	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	2,390	339,109
11	Fagaceae	Quercus	*Quercus glabrescens*	Encino	134	19,053
12	Fagaceae	Quercus	*Quercus laurina*	Encino blanco	1	203

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA						
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
13	Fagaceae	Quercus	*Quercus microphylla*	Encino enano	7	1,013
14	Fagaceae	Quercus	*Quercus rugosa*	Encino negro	44	6,284
15	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	146	20,675
TOTAL					**3,671**	**520,927**
ARBUSTOS						
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	443	62,836
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	236	33,445
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	579	82,092
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	236	33,445
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	214	30,404
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	86	12,162
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	29	4,054
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	79	11,148
TOTAL					**1,900**	**269,585**
HIERBAS						
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	10,588	1,502,331
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	7,059	1,001,554
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	1,765	250,388
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	5,294	751,165
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	8,824	1,251,942
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	6,471	918,091
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	9,412	1,335,405
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	4,118	584,240
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	15,882	2,253,496
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	4,118	584,240
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	4,118	584,240
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	5,882	834,628
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	7,647	1,085,017
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	12,353	1,752,719
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	24,706	3,505,439
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	7,059	1,001,554
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	5,882	834,628
TOTAL					**141,176**	**20,031,078**
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	109	15,405
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	40	5,675
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	21	3,040
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	14	2,027
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	197	27,972
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	19	2,635
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	93	13,175

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA						
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
TOTAL					**493**	**69,930**

INDIVIDUOS POR HA y TOT - AI

Cuadro IV.54. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos en el AI.

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI						
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
ÁRBOLES						
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	76	3,669
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	16	773
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	236	11,395
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	49	2,382
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	31	1,481
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	203	9,785
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	1	64
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	321	15,515
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	2,093	101,071
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	3	129
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	4	193
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	45	2,189
TOTAL					**3,079**	**148,645**
ARBUSTOS						
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	147	7,081
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	120	5,794
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	413	19,957
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	20	966
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	160	7,725
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	53	2,575
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	173	8,369
TOTAL					**1,087**	**52,467**
HIERBAS						
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	15,882	766,835
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	2,353	113,605
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	4,706	227,210
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	11,765	568,026
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	3,529	170,408
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	6,471	312,414
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	6,471	312,414
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	3,529	170,408
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	18,824	908,841

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI						
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	7,059	340,816
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	28,235	1,363,262
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	27,059	1,306,460
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,765	85,204
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	28,235	1,363,262
TOTAL					**165,882**	**8,009,165**
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	29	1,416
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	16	773
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	51	2,446
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	111	5,343
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	387	18,669
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	89	4,313
TOTAL					**683**	**32,961**

INDIVIDUOS POR HA y TOT - AP

Cuadro IV.55. Individuos por hectárea y totales de las especies de flora para los diferentes estratos en el AP.

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP						
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
ÁRBOLES						
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	32	64
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	16	32
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	160	321
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	24	48
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	196	394
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	236	474
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	4,024	8,085
TOTAL					**4,688**	**9,420**
ARBUSTOS						
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	520	1,045
TOTAL					**520**	**1,045**
HIERBAS						
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	8,000	16,074
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	10,000	20,093
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	8,000	16,074
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	14,000	28,130
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	30,000	60,279
TOTAL					**70,000**	**140,651**
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS						

NUMERO DE INDIVIDUOS POR HECTÁREA Y TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP						
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N° INDIVIDUOS / HA**	**N° INDIVIDUOS TOTAL**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	80	161
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	4	8
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	480	964
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	376	755
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	400	804
TOTAL					**1,340**	**2,692**

Nota: se anexa memoria de cálculo de los individuos por hectárea y total de cada uno de los estratos identificados en campo de la flora silvestre para el tipo de vegetación de bosque de encino en las unidades de análisis (SA, AI y AP) (**ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO) por capítulo IV (ANEXO E. IND. POR HA. Y TOT._UA**).

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FLORÍSTICAS - ENDEMISMO

Dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. Las actividades humanas constantemente modifican las áreas de distribución de las especies, creando y destruyendo hábitats, estableciendo barreras y corredores y transportando accidental o voluntariamente a las especies a nuevos lugares. Es importante conocer algunos términos relacionados al origen y distribución de las especies. . Es importante conocer algunos términos relacionados al origen y distribución de las especies (CONABIO, Biodiversidad mexicana)[xx]:

- **Especie nativa.** Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Las especies nativas tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies con las que han compartido su historia. Están bien adaptadas a las condiciones locales.
- **Especie endémica.** Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.
- **Especie exótica.** 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. Las especies exóticas no tienen relaciones evolutivas con las especies con las que se encuentran en su nuevo territorio y pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas.
- **Especie invasora.** 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. En general, causan daños al ambiente, a la economía y a la salud humana. De hecho, se consideran la segunda causa de extinción de especies, después de la pérdida de hábitat.

De la explicación anterior se presentan los listados de la distribución de las especies registradas por el tipo de vegetación de bosque de encino en cada uno de los estratos presentes en las unidades de análisis (SA, AI y AP).

ENDEMISMO - SA

Cuadro IV.56. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos en el SA.

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO)**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	Nativa
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	Endémica
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	Endémica
7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	Nativa
8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	Nativa
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	Endémica
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	Nativa
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	Endémica
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco	Nativa
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	Nativa
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro	Nativa
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	Endémica
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	Nativa
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	Nativa
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	Nativa
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	Nativa
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Nativa
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	Nativa
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	Nativa
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	Nativa
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	Exótica
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	Nativa
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	Nativa
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	Nativa
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	Exótica
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	Nativa
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	Endémica
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Nativa
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	Sin información
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	Nativa
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	Nativa
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	Nativa

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO)**
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	Endémica
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	Sin información
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	Sin información
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	Nativa
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	Endémica
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Endémica
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	Endémica
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	Endémica
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Endémica
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	Endémica
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	Nativa

De igual forma se presenta de manera gráfica la distribución de las especies de los cuatro estratos para el tipo de vegetación correspondiente:

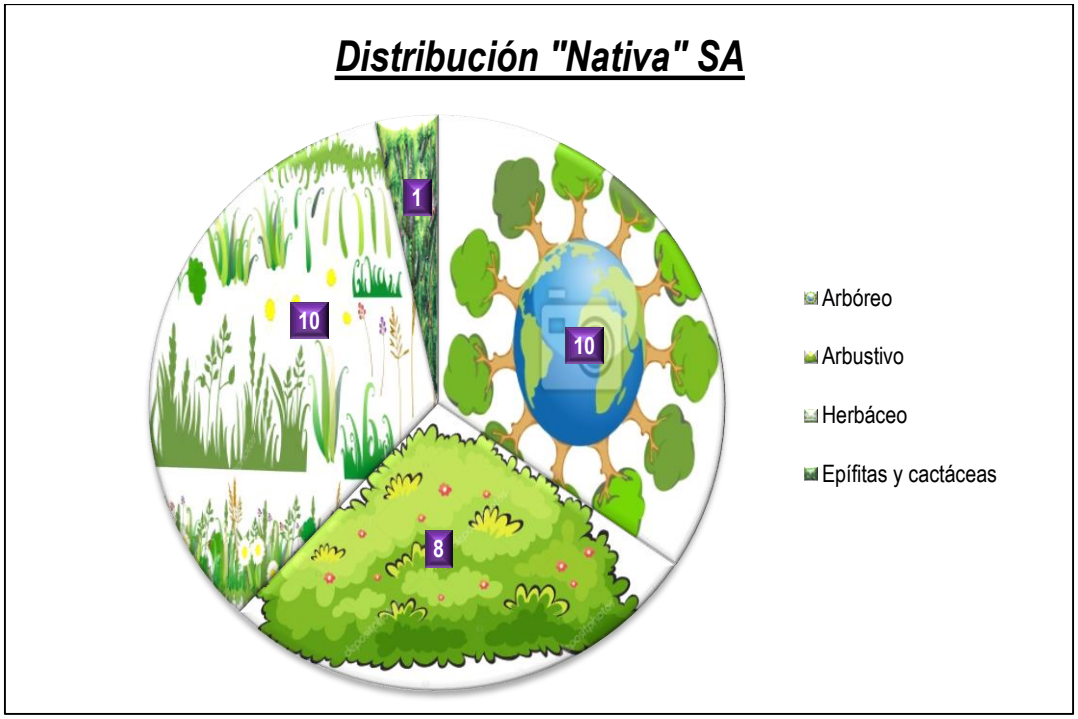


Figura IV.80. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA.

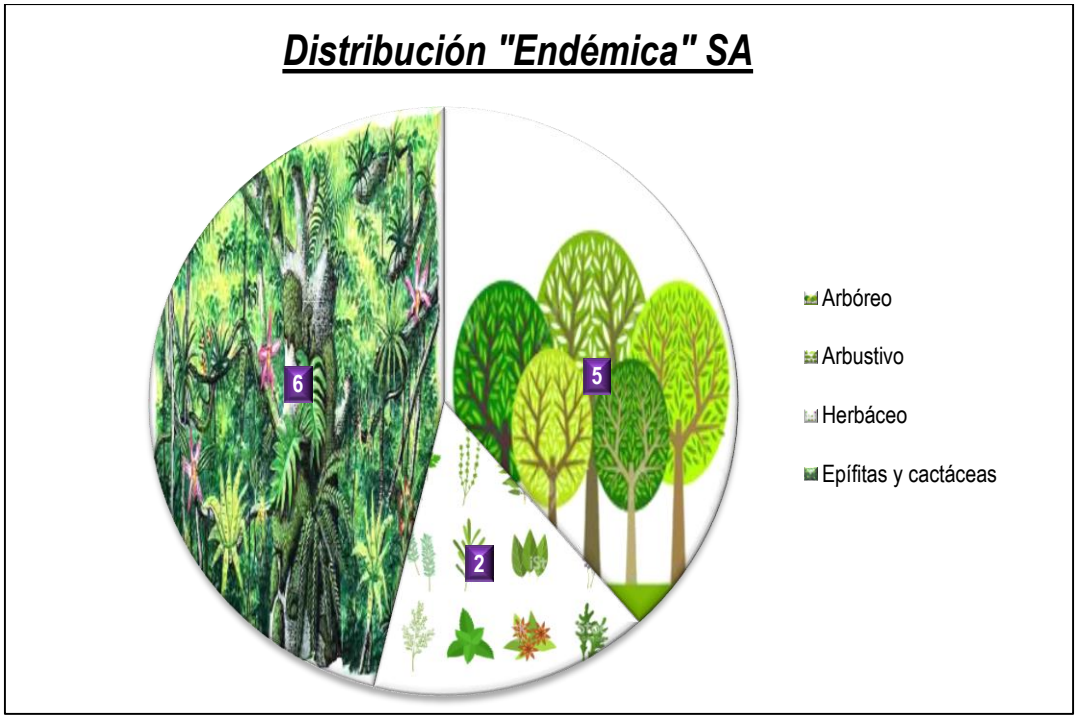


Figura IV.81. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA.

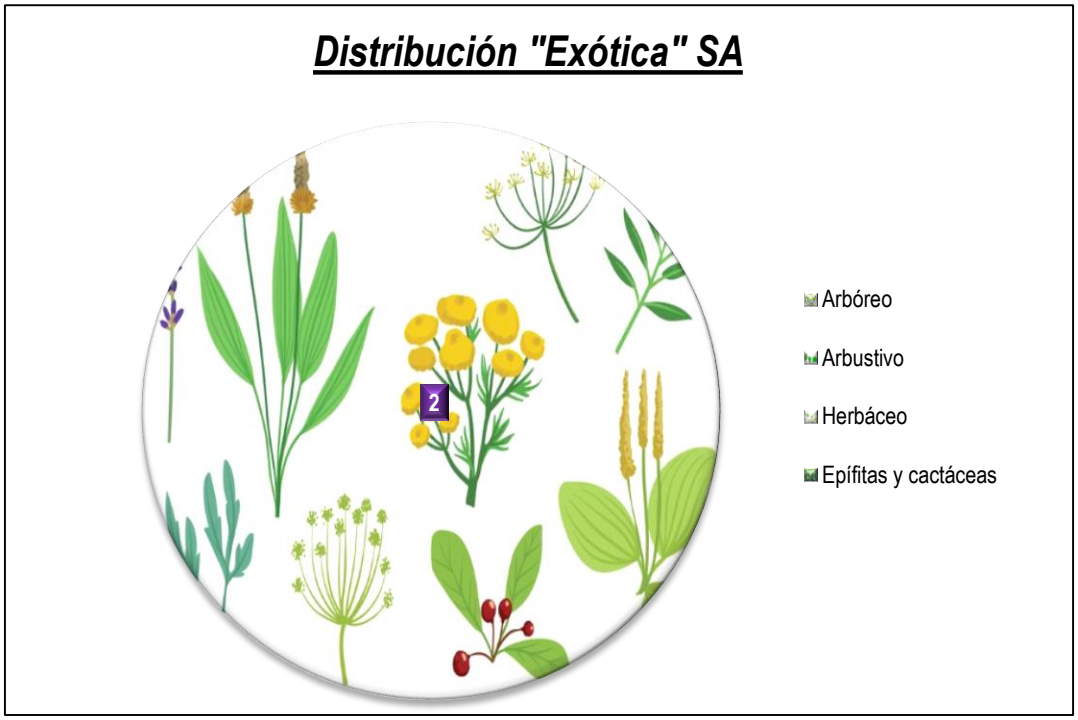


Figura IV.82. Distribución exótica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA.

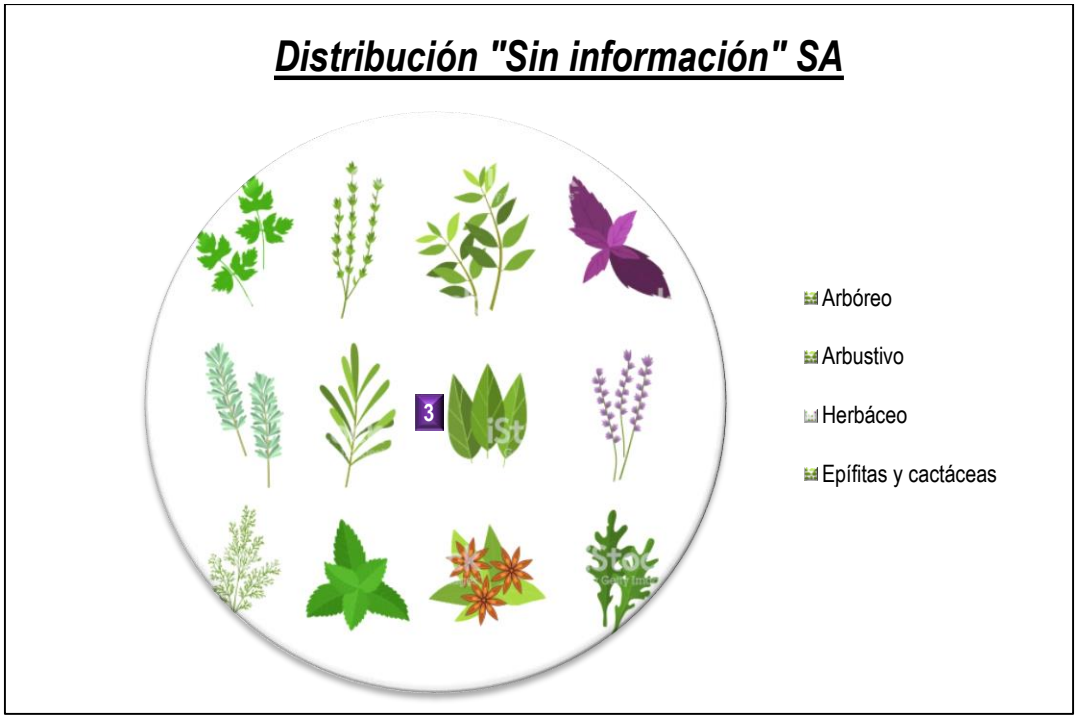


Figura IV.83. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del SA.

ENDEMISMO - AI

Cuadro IV.57. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos en el AI.

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO)**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	Nativa
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	Endémica
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	Nativa
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	Nativa
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	Endémica
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	Nativa
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	Endémica
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	Nativa
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	Endémica
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	Nativa
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	Nativa
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	Nativa
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	Nativa

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO)**
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Nativa
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	Nativa
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	Nativa
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	Nativa
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	Nativa
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	Exótica
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	Nativa
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	Endémica
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	Nativa
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Nativa
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	Nativa
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	Nativa
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	Nativa
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	Endémica
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	Sin información
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	Sin información
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	Nativa
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	Endémica
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Endémica
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	Endémica
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Endémica
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	Endémica
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	Nativa

De igual forma se presenta de manera gráfica la distribución de las especies de los cuatro estratos para el tipo de vegetación correspondiente:

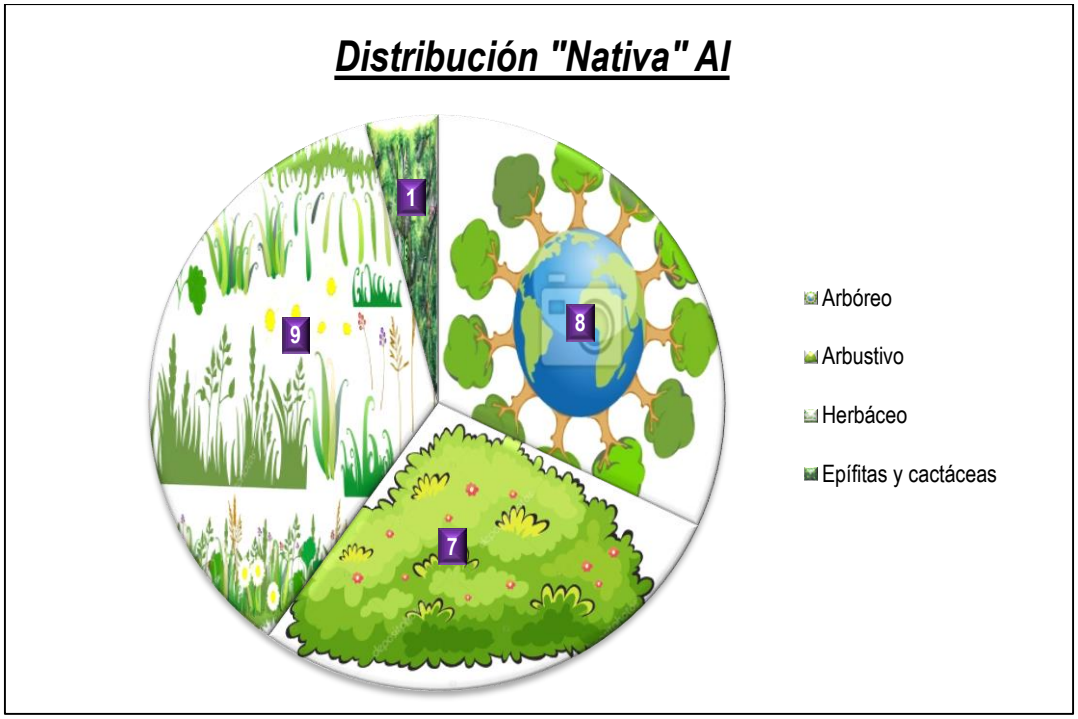


Figura IV.84. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI.

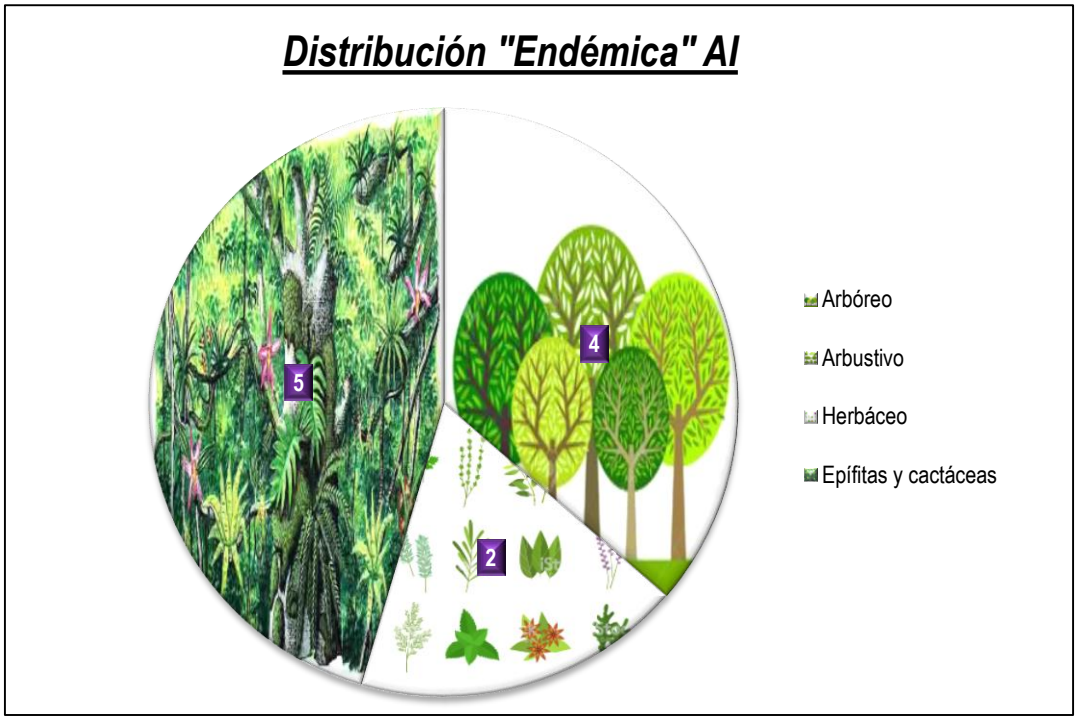


Figura IV.85. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI.

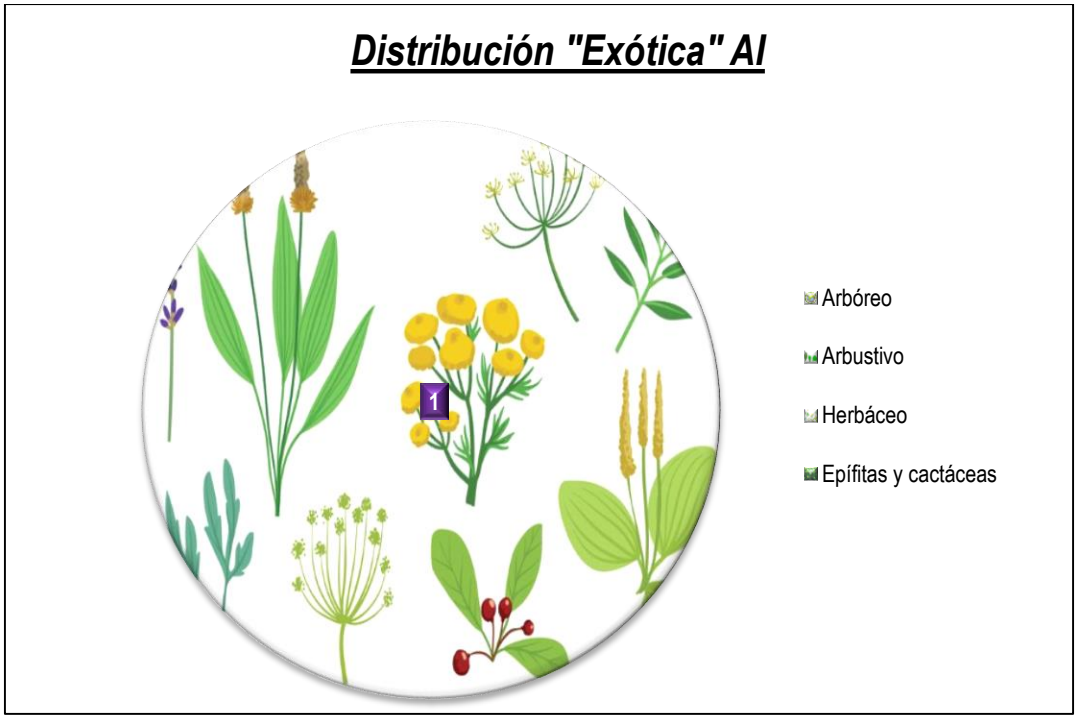


Figura IV.86. Distribución exótica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI.

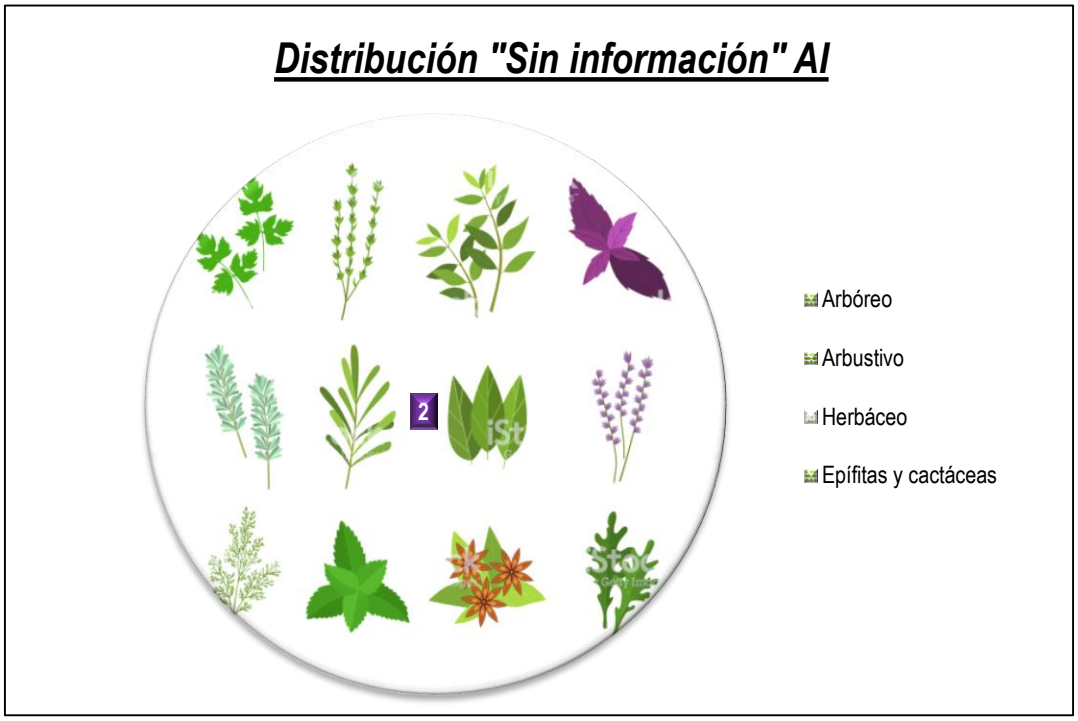


Figura IV.87. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AI.

ENDEMISMO - AP

Cuadro IV.58. Distribución (endemismo) de las especies de flora registradas para los diferentes estratos en el AP.

DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO) DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP					
ID-AP	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**DISTRIBUCIÓN (ENDEMISMO)**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	Nativa
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	Nativa
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	Nativa
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	Nativa
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	Endémica
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	Nativa
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	Nativa
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	Nativa
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Nativa
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	Nativa
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	Endémica
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	Sin información
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Endémica
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	Endémica
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Endémica
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	Endémica
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	Nativa

De igual forma se presenta de manera gráfica la distribución de las especies de los cuatro estratos para el tipo de vegetación correspondiente:

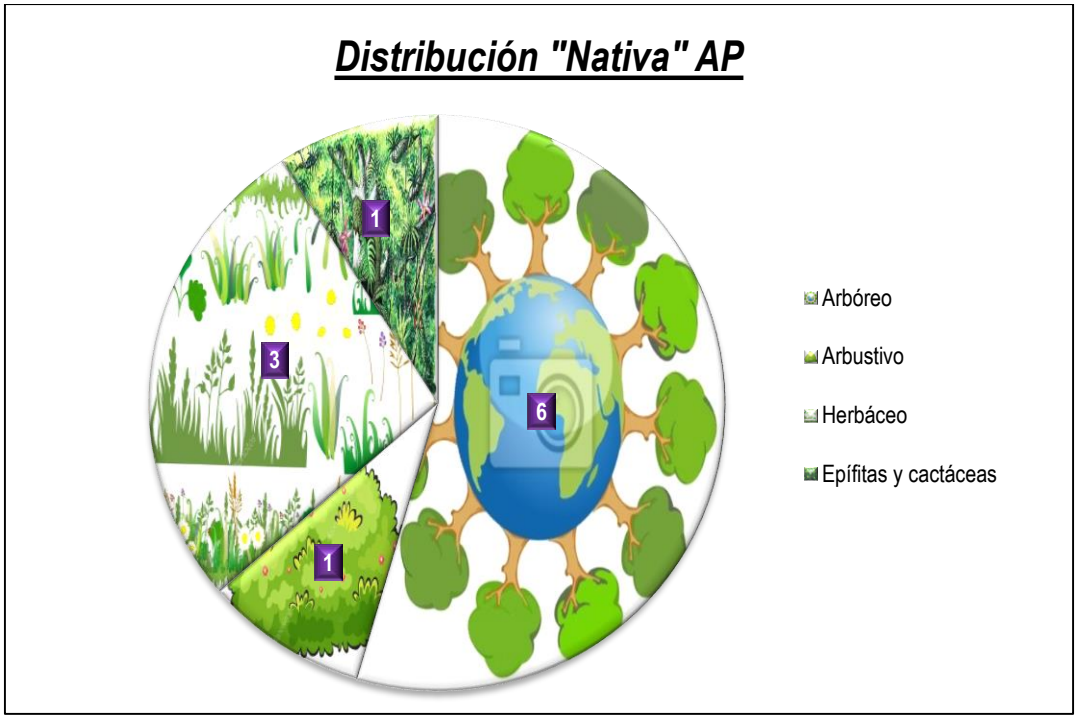


Figura IV.88. Distribución nativa de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AP.

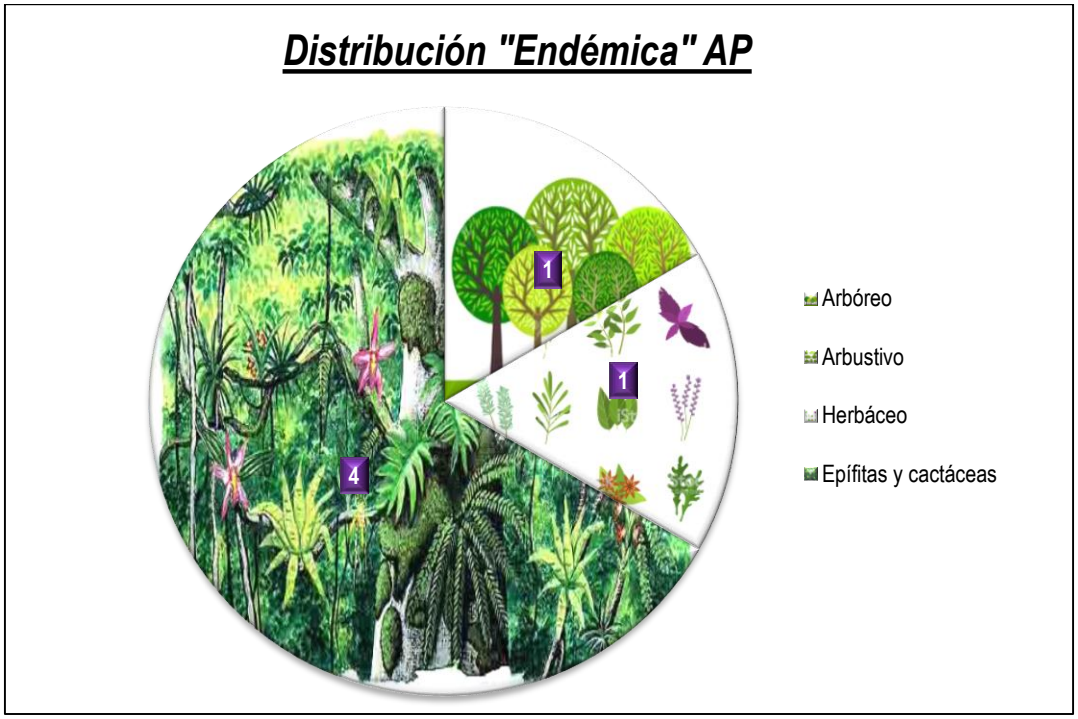


Figura IV.89. Distribución endémica de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AP.

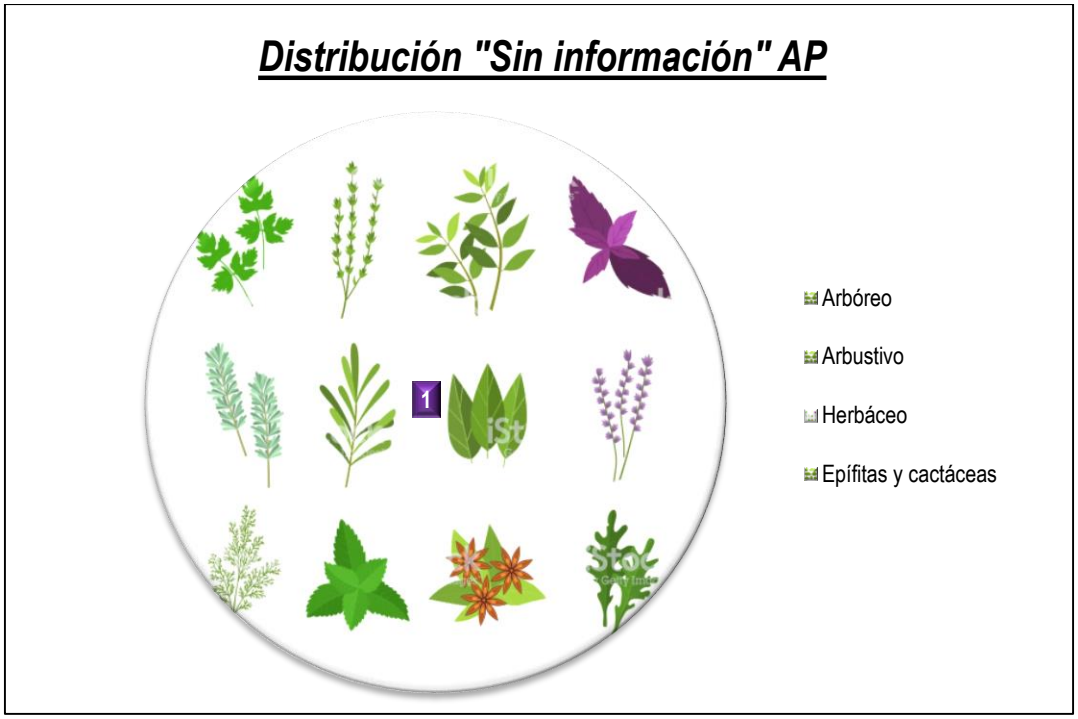


Figura IV.90. Distribución sin información de las especies en cada uno de los estratos de flora para el área del AP.

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. De acuerdo a esta norma, establece las especificaciones de las categorías e integración de la lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo se divide en: Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces, Plantas y Reptiles.

La lista se publica como Anexo Normativo III de la presente NOM, en la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En peligro de extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

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

A continuación, se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad nacional conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en bosque de encino en cada uno de los estratos presentes en el SA, AI y AP.

ESTATUS NOM-059 - SA

Cuadro IV.59. Estatus de las especies de flora conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos en el SA.

ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	S/C
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	S/C
7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	S/C
8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	S/C
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco	S/C
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro	S/C
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	S/C
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	S/C
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	S/C
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	S/C
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	S/C
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	S/C
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C

ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	S/C
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	S/C
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	S/C
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	S/C
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	S/C
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	S/C
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	S/C
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	S/C
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	S/C
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	S/C
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	S/C
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C

ESTATUS NOM-059 - AI

Cuadro IV.60. Estatus de las especies de flora conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos en el AI.

ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	S/C
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	S/C
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	S/C
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C

ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	S/C
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	S/C
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	S/C
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	S/C
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	S/C
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	S/C
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	S/C
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	S/C
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	S/C
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	S/C
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	S/C
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	S/C
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	S/C
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C

ESTATUS NOM-059 - AP

Cuadro IV.61. Estatus de las especies de flora conforme en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los diferentes estratos en el AP.

ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010 DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP					
ID-AP	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	S/C
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C

HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	S/C
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	S/C
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	S/C
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	S/C
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	S/C
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C

ESTATUS DE ESPECIES FLORÍSTICAS DE ACUERDO A CITES

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

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

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

A continuación, se presenta el estatus de las especies de acuerdo con la normatividad internacional conforme en la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, en sus siglas CITES; registradas en bosque de encino en cada uno de los estratos presentes en el SA, AI y AP.

CITES - SA

Cuadro IV.62. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos en el SA.

ESTATUS CITES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	S/C
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	S/C
7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	S/C
8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	S/C
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco	S/C
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro	S/C
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	S/C
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	S/C
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	S/C
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	S/C
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	S/C
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	S/C
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	S/C
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	S/C
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	S/C
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	S/C
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	S/C
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	S/C
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	S/C

ESTATUS CITES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	S/C
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	S/C
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
3	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria discolor***	**Biznaga de diversos colores**	**II**
4	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria magnimamma***	**Biznaga de espina solitaria**	**II**
5	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia robusta***	**Nopal camueso**	**II**
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C

CITES - AI

Cuadro IV.63. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos en el AI.

ESTATUS CITES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	S/C
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	S/C
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	S/C
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	S/C
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	S/C
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	S/C
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	S/C
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	S/C
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	S/C
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	S/C
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	S/C
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	S/C
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	S/C
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	S/C
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	S/C

ESTATUS CITES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	S/C
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	S/C
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	S/C
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	S/C
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	S/C
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	S/C
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	S/C
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	S/C
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	S/C
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
3	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria discolor***	**Biznaga de diversos colores**	**II**
4	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia robusta***	**Nopal camueso**	**II**
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C

CITES - AP

Cuadro IV.64. Estatus de las especies de flora conforme en CITES para los diferentes estratos en el AP.

ESTATUS CITES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP					
ID-AP	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	S/C
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	S/C
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	S/C
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	S/C
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	S/C
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	S/C
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	S/C
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	S/C
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	S/C
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	S/C
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	S/C
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	S/C
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	S/C
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	S/C
2	**Cactaceae**	***Mammillaria***	***Mammillaria discolor***	**Biznaga de diversos colores**	**II**
3	**Cactaceae**	***Opuntia***	***Opuntia robusta***	**Nopal camueso**	**II**

ESTATUS CITES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP					
ID-AP	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS CITES**
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	S/C
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	S/C

En los listados de especies que se presentaron anteriormente corresponden a los diferentes estratos existentes, en el sistema ambiental tanto el área de influencia y el área del proyecto se determina con base en consulta de la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) no existen especies alguna que estén consideradas dentro de alguna categoría de riesgo; mientras que para la normatividad internacional (CITES) se tienen tres especies catalogadas en el apéndice II para el SA y dos especies para el AI y AP.

IV.3.1.2.3.1 DIVERSIDAD ALFA

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON PARA LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Índice de Simpson

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

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 lo tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este valor es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso, cuanta menos dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa.

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

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).

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

Dónde:

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

El índice de Simpson de dominancia D=p^2 estima si en un área determinada hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado le 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 respecto a bosque de encino de los diferentes estratos para el SA, AI y AP.

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.65. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato arbóreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	18,648	0.0358	0.0013
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	3,851	0.0074	0.0001
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	27,972	0.0537	0.0029
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	4,054	0.0078	0.0001
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	2,027	0.0039	0.0000
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	4,257	0.0082	0.0001
7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	28,580	0.0549	0.0030
8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	1,013	0.0019	0.0000
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	44,188	0.0848	0.0072
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	339,109	0.6510	0.4238
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	19,053	0.0366	0.0013
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco	203	0.0004	0.0000
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,013	0.0019	0.0000
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro	6,284	0.0121	0.0001
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	20,675	0.0397	0.0016
15	**Total**				**520,927**	**1**	**0.4414**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID-SA	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	$p(i)^2$
I. Simpson λ							0.5586
Dominancia							0.4414

En el estrato arbóreo se muestran resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.5586, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.4414 lo que indica que la dominancia y la diversidad resultaron con valores medios, debido a que se encontraron semejanza en las especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.66. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato arbustivo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID-SA	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	$p(i)^2$
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	62,836	0.2331	0.0543
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	33,445	0.1241	0.0154
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	82,092	0.3045	0.0927
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	33,445	0.1241	0.0154
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	30,404	0.1128	0.0127
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	12,162	0.0451	0.0020
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	4,054	0.0150	0.0002
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	11,148	0.0414	0.0017
8	**Total**				**269,585**	**1**	**0.1945**
I. Simpson λ							**0.8055**
Dominancia							**0.1945**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.8055 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1945 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron variedad de especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.67. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato herbáceo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID-SA	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	$p(i)^2$
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	1,502,331	0.0750	0.0056
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	1,001,554	0.0500	0.0025
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	250,388	0.0125	0.0002
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	751,165	0.0375	0.0014
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	1,251,942	0.0625	0.0039
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	918,091	0.0458	0.0021
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	1,335,405	0.0667	0.0044
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	584,240	0.0292	0.0009
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	2,253,496	0.1125	0.0127
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	584,240	0.0292	0.0009

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	584,240	0.0292	0.0009
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	834,628	0.0417	0.0017
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	1,085,017	0.0542	0.0029
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,752,719	0.0875	0.0077
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	3,505,439	0.1750	0.0306
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,001,554	0.0500	0.0025
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	834,628	0.0417	0.0017
17	**Total**				**20,031,078**	**1**	**0.0825**
I. Simpson λ							**0.9175**
Dominancia							**0.0825**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.9175, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.0825 lo que indica que la dominancia es baja, con comparación a la diversidad que resulto con valores altos, debido a que se encontraron variedad en las especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.68. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para SA del estrato epífitas y/o cactáceas.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	15,405	0.2203	0.0485
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	5,675	0.0812	0.0066
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	3,040	0.0435	0.0019
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	2,027	0.0290	0.0008
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	27,972	0.4000	0.1600
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	2,635	0.0377	0.0014
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	13,175	0.1884	0.0355
7	**Total**				**69,930**	**1**	**0.2548**
I. Simpson λ							**0.7452**
Dominancia							**0.2548**

En cuanto al estrato epífitas y/o cactáceas muestra resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.7452, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.2548 lo que indica que la dominancia es baja, con comparación a la diversidad que resulto con valores altos, debido a que se encontraron semejanza en las especies dentro de los sitios de muestreo.

ÁREA DE INFLUENCIA

Cuadro IV.69. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato arbóreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	3,669	0.0247	0.0006
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	773	0.0052	0.0000
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	11,395	0.0767	0.0059
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	2,382	0.0160	0.0003
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	1,481	0.0100	0.0001
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	9,785	0.0658	0.0043
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	64	0.0004	0.0000
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	15,515	0.1044	0.0109
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	101,071	0.6799	0.4623
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	129	0.0009	0.0000
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	193	0.0013	0.0000
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	2,189	0.0147	0.0002
12	**Total**				**148,645**	**1**	**0.4846**
I. Simpson λ							**0.5154**
Dominancia							**0.4846**

En el estrato arbóreo se muestran resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.5154, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.4846 lo que indica que la dominancia y la diversidad resultaron con valores medios, debido a que se encontraron semejanza en las especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.70. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato arbustivo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	7,081	0.1350	0.0182
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	5,794	0.1104	0.0122
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	19,957	0.3804	0.1447
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	966	0.0184	0.0003
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	7,725	0.1472	0.0217
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	2,575	0.0491	0.0024
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	8,369	0.1595	0.0254
7	**Total**				**52,467**	**1**	**0.2250**
I. Simpson λ							**0.7750**
Dominancia							**0.2250**

En cuanto al estrato arbustivo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.7750 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.2250 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron variedad de especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.71. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato herbáceo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	766,835	0.0957	0.0092
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	113,605	0.0142	0.0002
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	227,210	0.0284	0.0008
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	568,026	0.0709	0.0050
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	170,408	0.0213	0.0005
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	312,414	0.0390	0.0015
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	312,414	0.0390	0.0015
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	170,408	0.0213	0.0005
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	908,841	0.1135	0.0129
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	340,816	0.0426	0.0018
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,363,262	0.1702	0.0290
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	1,306,460	0.1631	0.0266
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	85,204	0.0106	0.0001
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	1,363,262	0.1702	0.0290
14	**Total**				**8,009,165**	**1**	**0.1185**
I. Simpson λ							**0.8815**
Dominancia							**0.1185**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson de 0.8815 lo que indica una diversidad alta, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 0.1185 lo que indica que la dominancia es baja, debido a que se encontraron diferentes especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.72. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AI del estrato epífitas y/o cactáceas.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	1,416	0.0430	0.0018
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	773	0.0234	0.0005
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,446	0.0742	0.0055
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	5,343	0.1621	0.0263
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	18,669	0.5664	0.3208
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	4,313	0.1309	0.0171
6	**Total**				**32,961**	**1**	**0.3721**
I. Simpson λ							**0.6279**
Dominancia							**0.3721**

En cuanto al estrato epífitas y/o cactáceas muestra resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.6279, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.3721 lo que indica que la dominancia es media, con comparación a la diversidad que resulto con valores altos, debido a que se encontraron semejanza en las especies dentro de los sitios de muestreo.

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.73. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato arbóreo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBÓREO							
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	64	0.0068	0.0000
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	32	0.0034	0.0000
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	321	0.0341	0.0012
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	48	0.0051	0.0000
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	394	0.0418	0.0017
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	474	0.0503	0.0025
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	8,085	0.8584	0.7368
7	**Total**				**9,420**	**1**	**0.7423**
I. Simpson λ							**0.2577**
Dominancia							**0.7423**

En el estrato arbóreo se muestran resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.2577, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.7423 lo que indica que la dominancia resulto con valores altos y la diversidad con valores medios, debido a que se encontró una de las especies dentro de los sitios de muestreo con mayor número de individuos.

Cuadro IV.74. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato arbustivo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO ARBUSTIVO							
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	1,045	1.0000	1.0000
1	**Total**				**1,045**	**1**	**1.0000**
I. Simpson λ							**0.0000**
Dominancia							**1.0000**

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson de 0 lo que indica una diversidad baja, en cuanto a la dominancia de especies cuyo valor es proporcional, este es de 1.0 lo que indica que la dominancia es alta, debido a que sólo se encontró una especie dentro de los sitios de muestreo (*Baccharis conferta*).

Cuadro IV.75. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato herbáceo.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**p(i)²**
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	16,074	0.1143	0.0131
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	20,093	0.1429	0.0204
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	16,074	0.1143	0.0131
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	28,130	0.2000	0.0400
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	60,279	0.4286	0.1837
5	**Total**				**140,651**	**1**	**0.2702**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO HERBÁCEO							
ID-AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	$p(i)^2$
I. Simpson λ							0.7298
Dominancia							0.2702

En cuanto al estrato herbáceo muestra resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.7298, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.2702 lo que indica que la dominancia es baja, con comparación a la diversidad que resulto con valores altos, debido a que se encontraron varias especies dentro de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.76. Cálculo del Índice de diversidad de Simpson para AP del estrato epífitas y/o cactáceas.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON							
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS							
ID-AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	$p(i)^2$
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	161	0.0597	0.0036
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8	0.0030	0.0000
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964	0.3582	0.1283
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755	0.2806	0.0787
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804	0.2985	0.0891
5	**Total**				**2,692**	**1**	**0.2997**
I. Simpson λ							0.7003
Dominancia							0.2997

En cuanto al estrato epífitas y/o cactáceas muestra resultados para el índice de Simpson con un valor de 0.7003, y similares de acuerdo al índice de dominancia cuyo valor es proporcional, en este caso el valor indica una dominancia de 0.2997 lo que indica que la dominancia es baja, con comparación a la diversidad que resulto con valores altos, debido a que se encontraron semejanza en las especies dentro de los sitios de muestreo y los individuos son relativamente parecidos.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON–WIENER DENTRO DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.

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

Densidad relativa

Se refiere a la densidad de una especie, en relación con las demás y expresada en %.

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

Dominancia relativa

$$\textbf{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} * 100$$

Frecuencia relativa

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

Índice de Shannon – Wiener (1949)

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:

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

$$\boldsymbol{pi} = \frac{\boldsymbol{n_i}}{\boldsymbol{N}}$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

A continuación, se muestran los individuos totales por estrato, del muestreo realizado dentro del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto para bosque de encino.

INDIVIDUOS TOT - SA

Cuadro IV.77. Individuos TOT por estrato presentes en el SA.

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	18,648
2	Buddlejaceae	Buddleja	*Buddleja cordata*	Tepozan	3,851
3	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate	27,972

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
4	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho	4,054
5	Pinaceae	Pinus	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	2,027
6	Pinaceae	Pinus	*Pinus teocote*	Pino colorado	4,257
7	Pinaceae	Pinus	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	28,580
8	Rosaceae	Prunus	*Prunus serotina*	Capulin	1,013
9	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassipes*	Encino	44,188
10	Fagaceae	Quercus	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	339,109
11	Fagaceae	Quercus	*Quercus glabrescens*	Encino	19,053
12	Fagaceae	Quercus	*Quercus laurina*	Encino blanco	203
13	Fagaceae	Quercus	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,013
14	Fagaceae	Quercus	*Quercus rugosa*	Encino negro	6,284
15	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	20,675
TOTAL					**520,927**
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	62,836
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	33,445
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	82,092
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	33,445
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	30,404
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	12,162
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	4,054
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	11,148
TOTAL					**269,585**
HIERBAS					
1	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	1,502,331
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	1,001,554
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	250,388
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	751,165
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	1,251,942
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	918,091
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	1,335,405
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	584,240
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	2,253,496
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	584,240
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	584,240
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	834,628
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	1,085,017
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,752,719
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	3,505,439
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,001,554
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	834,628
TOTAL					**20,031,078**

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL SA					
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	15,405
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	5,675
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	3,040
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	2,027
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	27,972
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	2,635
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	13,175
TOTAL					**69,930**

INDIVIDUOS TOT - AI

Cuadro IV.78. Individuos TOT por estrato presentes en el AI.

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	3,669
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	773
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	11,395
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	2,382
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	1,481
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	9,785
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	64
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	15,515
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	101,071
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	129
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	193
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	2,189
TOTAL					**148,645**
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	7,081
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	5,794
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	19,957
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	966
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	7,725
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	2,575
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	8,369
TOTAL					**52,467**
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	766,835
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	113,605
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	227,210
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	568,026

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AI					
ID-AI	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	170,408
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	312,414
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	312,414
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	170,408
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	908,841
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	340,816
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,363,262
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	1,306,460
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	85,204
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	1,363,262
TOTAL					**8,009,165**
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	1,416
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	773
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,446
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	5,343
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	18,669
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	4,313
TOTAL					**32,961**

INDIVIDUOS TOT - AP

Cuadro IV.79. Individuos TOT del estrato arbóreo presentes en el AP.

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP					
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
ÁRBOLES					
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	64
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	32
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	321
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	48
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	394
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	474
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	8,085
TOTAL					**9,420**
ARBUSTOS					
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	1,045
TOTAL					**1,045**
HIERBAS					
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	16,074
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	20,093
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	16,074
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	28,130
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	60,279

NUMERO DE INDIVIDUOS TOTALES DE LAS ESPECIES PRESENTES PARA CADA ESTRATO EN EL AP					
ID-AP	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**
TOTAL					**140,651**
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS					
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	161
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804
TOTAL					**2,692**

A continuación, se presenta el índice de diversidad de los tres estratos para el SA, AI y AP para bosque de encino.

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.80. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para el SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID-SA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	18,648	0.0358	-3.3299	-0.1192
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	3,851	0.0074	-4.9072	-0.0363
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	27,972	0.0537	-2.9244	-0.1570
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	4,054	0.0078	-4.8559	-0.0378
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	2,027	0.0039	-5.5491	-0.0216
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	4,257	0.0082	-4.8071	-0.0393
7	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	28,580	0.0549	-2.9029	-0.1593
8	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	1,013	0.0019	-6.2422	-0.0121
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	44,188	0.0848	-2.4672	-0.2093
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	339,109	0.6510	-0.4293	-0.2795
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	19,053	0.0366	-3.3084	-0.1210
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus laurina*	Encino blanco	203	0.0004	-7.8517	-0.0031
13	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,013	0.0019	-6.2422	-0.0121
14	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus rugosa*	Encino negro	6,284	0.0121	-4.4177	-0.0533
15	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	20,675	0.0397	-3.2267	-0.1281
15	**Total**				**520,927**	**1**	-	**-1.3889**
							I. Shannon H	**1.3889**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.7081**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.5129**

Correspondiente al estrato arbóreo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado baja con un estado pobre con perturbación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Quercus dysophylla* el cual presenta un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.81. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para el SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID-SA	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	62,836	0.2331	-1.4564	-0.3395
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	33,445	0.1241	-2.0870	-0.2589
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	82,092	0.3045	-1.1890	-0.3621
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	33,445	0.1241	-2.0870	-0.2589
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	30,404	0.1128	-2.1823	-0.2461
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	12,162	0.0451	-3.0986	-0.1398
7	Polygalaceae	*Monnina*	*Monnina ciliolata*	Monnina	4,054	0.0150	-4.1972	-0.0631
8	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	11,148	0.0414	-3.1856	-0.1317
8	**Total**				**269,585**	**1**	-	**-1.8001**
							I. Shannon H	**1.8001**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.0794**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8657**

Correspondiente al estrato arbustivo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado baja con un estado pobre con perturbación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Baccharis conferta* el cual presenta un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.82. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para el SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID-SA	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	1,502,331	0.0750	-2.5903	-0.1943
2	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	1,001,554	0.0500	-2.9957	-0.1498
3	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	250,388	0.0125	-4.3820	-0.0548
4	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	751,165	0.0375	-3.2834	-0.1231
5	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	1,251,942	0.0625	-2.7726	-0.1733
6	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	918,091	0.0458	-3.0827	-0.1413
7	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	1,335,405	0.0667	-2.7081	-0.1805
8	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	584,240	0.0292	-3.5347	-0.1031
9	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	2,253,496	0.1125	-2.1848	-0.2458
10	Rubiaceae	*Galium*	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	584,240	0.0292	-3.5347	-0.1031
11	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	584,240	0.0292	-3.5347	-0.1031
12	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	834,628	0.0417	-3.1781	-0.1324
13	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	1,085,017	0.0542	-2.9157	-0.1579
14	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,752,719	0.0875	-2.4361	-0.2132
15	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	3,505,439	0.1750	-1.7430	-0.3050
16	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,001,554	0.0500	-2.9957	-0.1498
17	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	834,628	0.0417	-3.1781	-0.1324
17	**Total**				**20,031,078**	**1**	-	**-2.6629**
							I. Shannon H	**2.6629**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID-SA	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								2.8332
Equitatividad (J) H/H' max =								0.9399

Correspondiente al estrato herbáceo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta una diversidad media con un estado moderado, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Panicum hallii*.

Cuadro IV.83. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para el SA.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID-SA	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	15,405	0.2203	-1.5128	-0.3333
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	5,675	0.0812	-2.5113	-0.2038
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	3,040	0.0435	-3.1355	-0.1363
4	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	2,027	0.0290	-3.5410	-0.1026
5	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	27,972	0.4000	-0.9163	-0.3665
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	2,635	0.0377	-3.2786	-0.1235
7	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	13,175	0.1884	-1.6692	-0.3145
7	**Total**				**69,930**	**1**	-	**-1.5806**
							I. Shannon H	**1.5806**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.9459**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8123**

Correspondiente al estrato epífitas y/o cactáceas referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado baja con un estado pobre con perturbación, se establece cierta predominancia de la especie *Opuntia robusta* la cual presentan un índice más elevado que el resto de especies.

ÁREA DE INFLUENCIA

Cuadro IV.84. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para el AI.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID-AI	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	3,669	0.0247	-3.7015	-0.0914
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	773	0.0052	-5.2597	-0.0273
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	11,395	0.0767	-2.5684	-0.1969
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	2,382	0.0160	-4.1337	-0.0662
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus teocote*	Pino colorado	1,481	0.0100	-4.6091	-0.0459
6	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	9,785	0.0658	-2.7207	-0.1791
7	Rosaceae	*Prunus*	*Prunus serotina*	Capulin	64	0.0004	-7.7446	-0.0034
8	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	15,515	0.1044	-2.2598	-0.2359
9	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	101,071	0.6799	-0.3857	-0.2623

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID-AI	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
10	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus glabrescens*	Encino	129	0.0009	-7.0514	-0.0061
11	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus microphylla*	Encino enano	193	0.0013	-6.6460	-0.0086
12	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	2,189	0.0147	-4.2182	-0.0621
12	**Total**				**148,645**	**1**	-	**-1.1852**
							I. Shannon H	**1.1852**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.4849**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.4770**

Correspondiente al estrato arbóreo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado baja con un estado pobre con perturbación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Quercus dysophylla* el cual presenta un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.85. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para el AI.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID-AI	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina astellera*	Ageratina	7,081	0.1350	-2.0027	-0.2703
2	Asteraceae	*Ageratina*	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	5,794	0.1104	-2.2034	-0.2433
3	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	19,957	0.3804	-0.9666	-0.3677
4	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	966	0.0184	-3.9951	-0.0735
5	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	7,725	0.1472	-1.9157	-0.2821
6	Asteraceae	*Brickellia*	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	2,575	0.0491	-3.0143	-0.1479
7	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos*	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	8,369	0.1595	-1.8357	-0.2928
7	**Total**				**52,467**	**1**	-	**-1.6776**
							I. Shannon H	**1.6776**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.9459**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8621**

Correspondiente al estrato arbustivo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado baja con un estado pobre con perturbación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Baccharis conferta* el cual presenta un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.86. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para el AI.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID-AI	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	766,835	0.0957	-2.3461	-0.2246
2	Poaceae	*Bouteloua*	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	113,605	0.0142	-4.2556	-0.0604
3	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Bramilla	227,210	0.0284	-3.5625	-0.1011
4	Fabaceae	*Dalea*	*Dalea versicolor*	Dalea	568,026	0.0709	-2.6462	-0.1877
5	Fabaceae	*Desmodium*	*Desmodium grahamii*	Legumbre	170,408	0.0213	-3.8501	-0.0819

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID-AI	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
6	Poaceae	*Enneapogon*	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	312,414	0.0390	-3.2440	-0.1265
7	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	312,414	0.0390	-3.2440	-0.1265
8	Geraniaceae	*Geranium*	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	170,408	0.0213	-3.8501	-0.0819
9	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	908,841	0.1135	-2.1762	-0.2469
10	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	340,816	0.0426	-3.1570	-0.1343
11	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,363,262	0.1702	-1.7707	-0.3014
12	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	1,306,460	0.1631	-1.8133	-0.2958
13	Poaceae	*Piptochaetium*	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	85,204	0.0106	-4.5433	-0.0483
14	Polypodiaceae	*Polypodium*	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	1,363,262	0.1702	-1.7707	-0.3014
14	**Total**				**8,009,165**	**1**	-	**-2.3188**
							I. Shannon H	**2.3188**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**2.6391**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.8787**

Correspondiente al estrato herbáceo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado medio con un estado moderado, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de las especies *Polypodium guttatum* y *Panicum hallii* las cuales presentan un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.87. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para el AI.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID-AI	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	1,416	0.0430	-3.1473	-0.1352
2	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	773	0.0234	-3.7534	-0.0880
3	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,446	0.0742	-2.6007	-0.1930
4	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	5,343	0.1621	-1.8195	-0.2950
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	18,669	0.5664	-0.5684	-0.3220
6	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	4,313	0.1309	-2.0336	-0.2661
6	**Total**				**32,961**	**1**	-	**-1.2993**
							I. Shannon H	**1.2993**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.7918**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7251**

Correspondiente al estrato epífitas y/o cactáceas referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado bajo con perturbación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Tillandsia macdougallii* la cual presentan un índice más elevado que el resto de especies.

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.88. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo para el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBÓREO								
ID-AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Ericaceae	*Arbutus*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	64	0.0068	-4.9870	-0.0340
2	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja cordata*	Tepozan	32	0.0034	-5.6802	-0.0194
3	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Táscate	321	0.0341	-3.3776	-0.1153
4	Nolinaceae	*Nolina*	*Nolina longifolia*	Borracho	48	0.0051	-5.2747	-0.0270
5	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	394	0.0418	-3.1746	-0.1327
6	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus crassipes*	Encino	474	0.0503	-2.9889	-0.1505
7	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	8,085	0.8584	-0.1527	-0.1311
7	**Total**				**9,420**	**1**	-	**-0.6100**
							I. Shannon H	**0.6100**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.9459**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.3135**

Correspondiente al estrato arbóreo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado muy baja con un mal estado de conservación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Quercus crassipes* el cual presenta un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.89. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo para el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO ARBUSTIVO								
ID-AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla	1,045	1.0000	0.0000	0.0000
1	**Total**				**1,045**	**1**	-	**0.0000**
							I. Shannon H	**0.0000**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**0.0000**
Equitatividad (J) H/H' max =								**#¡DIV/0!**

Correspondiente al estrato arbustivo referente al índice de Shannon-Wiener no es posible calcular, ya que solo se encontró una especie *Baccharis conferta*.

Cuadro IV.90. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo para el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID-AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho	16,074	0.1143	-2.1691	-0.2479
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	20,093	0.1429	-1.9459	-0.2780
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	16,074	0.1143	-2.1691	-0.2479
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	28,130	0.2000	-1.6094	-0.3219
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	60,279	0.4286	-0.8473	-0.3631
5	**Total**				**140,651**	**1**	-	**-1.4588**
							I. Shannon H	**1.4588**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO HERBÁCEO								
ID-AP	Familia	Género	Especie	Nombre común	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								1.6094
Equitatividad (J) H/H' max =								0.9064

Correspondiente al estrato herbáceo referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado bajo con perturbación, debido a la distribución estable en cuanto a especies, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Panicum hallii* la cual presentan un índice más elevado que el resto de especies.

Cuadro IV.91. Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato epífitas y/o cactáceas para el AP.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER								
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS								
ID-AP	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	161	0.0597	-2.8184	-0.1683
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8	0.0030	-5.8141	-0.0174
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964	0.3582	-1.0266	-0.3678
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755	0.2806	-1.2708	-0.3566
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804	0.2985	-1.2090	-0.3609
5	**Total**				**2,692**	**1**	-	**-1.2708**
							I. Shannon H	**1.2708**
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								**1.6094**
Equitatividad (J) H/H' max =								**0.7896**

Correspondiente al estrato epífitas y/o cactáceas referente al índice de Shannon-Wiener esta presenta un índice considerado bajo pobre con perturbación, sin embargo, se establece cierta predominancia de la especie *Opuntia robusta* la cual presentan un índice más elevado que el resto de especies.

Una vez expuesto el índice de Shannon para los diversos estratos analizados para cada una de las unidades de análisis, es necesario determinar aquellas especies que representen una mayor importancia para cada uno de los niveles de análisis.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DENTRO DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.

El valor de importancia fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al. (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeer Novelli (1983) y Corella et al. 2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie.

Este valor es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO_2, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechas esta energía será (n) la (s)

dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad.

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:

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

Donde:

Dr (%): Dominancia relativa
DaS: Dominancia absoluta por especie
DaT: Dominancia absoluta de todas las especies

Es importante mencionar que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad

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

$$\boldsymbol{D = \frac{N}{A}}$$

Donde:

D: Densidad
N: Número de individuos
A: Área muestreada

☺ **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.

$$\mathrm{Dr} = \frac{Densidad\ \ por\ especie}{Densidad\ total\ \ de\ especie} * 100$$

Frecuencia

Frecuencia según Franco *et al*. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie.

☺ **Frecuencia relativa**

Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

La fórmula general de la frecuencia relativa

$$\mathrm{Fr} = \frac{a}{A} * 100$$

Donde:

a: número de apariciones de una determinada especie
A: número de apariciones de todas las especies.

El índice de valor de importancia se calculó para los tres estratos, en los diferentes niveles o unidades de análisis que a continuación se presenta:

SISTEMA AMBIENTAL

Cuadro IV.92. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo en el SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Arbutus xalapensis*	Madroño	18,648	131	3.58	9	4	0.03	3.58	16.3
2	*Buddleja cordata*	Tepozan	3,851	27	0.74	4	1	0.01	0.74	5.4
3	*Juniperus deppeana*	Táscate	27,972	197	5.37	14	5	0.04	5.37	25.0
4	*Nolina longifolia*	Borracho	4,054	29	0.78	5	1	0.01	0.78	6.8
5	*Pinus leiophylla*	Ocote chino	2,027	14	0.39	1	0	0.00	0.39	2.1
6	*Pinus teocote*	Pino colorado	4,257	30	0.82	6	1	0.01	0.82	8.1
7	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	28,580	201	5.49	17	5	0.04	5.49	27.9
8	*Prunus serotina*	Capulin	1,013	7	0.19	3	0	0.00	0.19	3.0
9	*Quercus crassipes*	Encino	44,188	311	8.48	12	8	0.06	8.48	28.7
10	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	339,109	2,390	65.10	10	65	0.46	65.10	140.6
11	*Quercus glabrescens*	Encino	19,053	134	3.66	3	4	0.03	3.66	9.9
12	*Quercus laurina*	Encino blanco	203	1	0.04	1	0	0.00	0.04	1.4
13	*Quercus microphylla*	Encino enano	1,013	7	0.19	1	0	0.00	0.19	1.7
14	*Quercus rugosa*	Encino negro	6,284	44	1.21	3	1	0.01	1.21	5.0
15	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	20,675	146	3.97	10	4	0.03	3.97	18.3
15	**∑**		**520,927**	**3,671**	**100**	**100**	**100**	**1**	**100**	**300.0**

Respecto a este indicador de diversidad, los resultados muestran que la especie con mayor importancia en su estrato arbóreo es *Quercus dysophylla*, en contraste con la especie *Quercus laurina* que presentan menor valor de importancia.

Cuadro IV.93. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo, en el SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Ageratina astellera*	Ageratina	62,836	443	23.31	15	23	0.16	23.31	61.8
2	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	33,445	236	12.41	9	12	0.09	12.41	33.9
3	*Baccharis conferta*	Jarilla	82,092	579	30.45	39	30	0.21	30.45	100.3
4	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	33,445	236	12.41	6	12	0.09	12.41	30.9

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
5	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	30,404	214	11.28	12	11	0.08	11.28	34.7
6	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	12,162	86	4.51	6	5	0.03	4.51	15.1
7	*Monnina ciliolata*	Monnina	4,054	29	1.50	3	2	0.01	1.50	6.0
8	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	11,148	79	4.14	9	4	0.03	4.14	17.4
8	**∑**		**269,585**	**1,900**	**100**	**100**	**100**	**1**	**100**	**300.0**

Para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Baccharis conferta*, y la que registra menor valor de importancia es *Monnina ciliolata*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.94. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo, en el SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	1,502,331	10,588	7.50	3	8	0.05	7.50	17.7
2	*Asplenium monanthes*	Helecho	1,001,554	7,059	5.00	5	5	0.04	5.00	15.4
3	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	250,388	1,765	1.25	3	1	0.01	1.25	5.2
4	*Cheilanthes marsupianthes*	Helecho	751,165	5,294	3.75	3	4	0.03	3.75	10.2
5	*Cynodon dactylon*	Bramilla	1,251,942	8,824	6.25	3	6	0.04	6.25	15.2
6	*Dalea versicolor*	Dalea	918,091	6,471	4.58	8	5	0.03	4.58	17.3
7	*Desmodium grahamii*	Legumbre	1,335,405	9,412	6.67	5	7	0.05	6.67	18.7
8	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	584,240	4,118	2.92	3	3	0.02	2.92	8.5
9	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	2,253,496	15,882	11.25	8	11	0.08	11.25	30.6
10	*Galium microphyllum*	Riñonsillo	584,240	4,118	2.92	3	3	0.02	2.92	8.5
11	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	584,240	4,118	2.92	3	3	0.02	2.92	8.5
12	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	834,628	5,882	4.17	8	4	0.03	4.17	16.4
13	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	1,085,017	7,647	5.42	8	5	0.04	5.42	18.9
14	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,752,719	12,353	8.75	16	9	0.06	8.75	33.7
15	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	3,505,439	24,706	17.50	11	18	0.12	17.50	45.8
16	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	1,001,554	7,059	5.00	8	5	0.04	5.00	18.1
17	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	834,628	5,882	4.17	3	4	0.03	4.17	11.0
17	**∑**		**20,031,078**	**141,176**	**100**	**100**	**100**	**1**	**100**	**300.0**

Para el estrato herbáceo la especie con mayor valor de importancia relativa es *Panicum hallii*, y la que registra menor valor de importancia es *Bouteloua scorpioides*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.95. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas en el SA.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID-SA	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	15,405	109	22.03	10	22	0.16	22.03	53.6
2	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	5,675	40	8.12	19	8	0.06	8.12	35.3
3	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	3,040	21	4.35	10	4	0.03	4.35	18.2
4	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	2,027	14	2.90	5	3	0.02	2.90	10.6
5	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	27,972	197	40.00	43	40	0.28	40.00	122.9
6	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	2,635	19	3.77	5	4	0.03	3.77	12.3
7	*Tillandsia recurvata*	Gallito	13,175	93	18.84	10	19	0.13	18.84	47.2
7	**∑**		**69,930**	**493**	**100**	**100**	**100**	**1**	**100**	**300.0**

Para el estrato epífitas y/o cactáceas la especie con mayor valor de importancia relativo es *Opuntia robusta*, y la que registra menor valor de importancia es *Mammillaria magnimamma*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

ÁREA DE INFLUENCIA

Cuadro IV.96. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo, en el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID-AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Arbutus xalapensis*	Madroño	3,669	76	2.47	10	2	0.05	2.47	15.2
2	*Buddleja cordata*	Tepozan	773	16	0.52	5	1	0.01	0.52	5.6
3	*Juniperus deppeana*	Táscate	11,395	236	7.67	17	8	0.16	7.67	32.4
4	*Nolina longifolia*	Borracho	2,382	49	1.60	11	2	0.03	1.60	14.6
5	*Pinus teocote*	Pino colorado	1,481	31	1.00	3	1	0.02	1.00	5.4
6	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	9,785	203	6.58	14	7	0.14	6.58	26.8
7	*Prunus serotina*	Capulin	64	1	0.04	1	0	0.00	0.04	1.2
8	*Quercus crassipes*	Encino	15,515	321	10.44	15	10	0.22	10.44	35.6
9	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	101,071	2,093	67.99	16	68	1.41	67.99	151.9

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID-AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
10	*Quercus glabrescens*	Encino	129	3	0.09	1	0	0.00	0.09	1.3
11	*Quercus microphylla*	Encino enano	193	4	0.13	1	0	0.00	0.13	1.4
12	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	2,189	45	1.47	6	1	0.03	1.47	8.6
12	**∑**		**148,645**	**3,079**	**100**	**100**	**100**	**2**	**100**	**300.0**

Respecto a este indicador de diversidad, los resultados muestran que la especie con mayor importancia en su estrato arbóreo es *Quercus dysophylla*, en contraste con la especie *Prunus serotina* que presentan menor valor de importancia.

Cuadro IV.97. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo, en el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID-AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Ageratina astellera*	Ageratina	7,081	147	13.50	17	13	0.28	13.50	44.4
2	*Ageratina petiolaris*	Hierba de ángel	5,794	120	11.04	9	11	0.23	11.04	30.8
3	*Baccharis conferta*	Jarilla	19,957	413	38.04	39	38	0.79	38.04	115.2
4	*Baccharis pteronioides*	Hierba del golpe	966	20	1.84	4	2	0.04	1.84	8.0
5	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	7,725	160	14.72	9	15	0.30	14.72	38.1
6	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	2,575	53	4.91	4	5	0.10	4.91	14.2
7	*Symphoricarpos microphyllus*	Escobilla	8,369	173	15.95	17	16	0.33	15.95	49.3
7	**∑**		**52,467**	**1,087**	**100**	**100**	**100**	**2**	**100**	**300.0**

Para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Baccharis conferta*, y la que registra menor valor de importancia es *Baccharis pteronioides*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.98. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID-AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Asplenium monanthes*	Helecho	766,835	15,882	9.57	7	10	0.20	9.57	26.1
2	*Bouteloua scorpioides*	Bouteloua	113,605	2,353	1.42	2	1	0.03	1.42	5.2
3	*Cynodon dactylon*	Bramilla	227,210	4,706	2.84	2	3	0.06	2.84	8.0
4	*Dalea versicolor*	Dalea	568,026	11,765	7.09	7	7	0.15	7.09	21.2

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID-AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
5	*Desmodium grahamii*	Legumbre	170,408	3,529	2.13	2	2	0.04	2.13	6.6
6	*Enneapogon desvauxii*	Zacate ladera	312,414	6,471	3.90	5	4	0.08	3.90	12.5
7	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	312,414	6,471	3.90	9	4	0.08	3.90	17.1
8	*Geranium potentilloides*	Cincoenrama	170,408	3,529	2.13	2	2	0.04	2.13	6.6
9	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	908,841	18,824	11.35	9	11	0.24	11.35	32.0
10	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	340,816	7,059	4.26	9	4	0.09	4.26	17.8
11	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	1,363,262	28,235	17.02	28	17	0.35	17.02	61.9
12	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	1,306,460	27,059	16.31	9	16	0.34	16.31	41.9
13	*Piptochaetium angustifolium*	Flechilla de hoja angosta	85,204	1,765	1.06	2	1	0.02	1.06	4.5
14	*Polypodium guttatum*	Helecho milpiés punteado	1,363,262	28,235	17.02	5	17	0.35	17.02	38.7
14	∑		**8,009,165**	**165,882**	**100**	**100**	**100**	**2**	**100**	**300.0**

Para el estrato herbáceo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Muhlenbergia macroura*, y las que registran menor valor de importancia es *Piptochaetium angustifolium*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.99. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas en el AI.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID-AI	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave kerchovei*	Maguey de cacaya	1,416	29	4.30	3	4	0.09	4.30	11.5
2	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	773	16	2.34	9	2	0.05	2.34	13.5
3	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	2,446	51	7.42	9	7	0.15	7.42	23.7
4	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	5,343	111	16.21	35	16	0.34	16.21	67.7
5	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	18,669	387	56.64	32	57	1.17	56.64	145.6
6	*Tillandsia recurvata*	Gallito	4,313	89	13.09	12	13	0.27	13.09	37.9
6	∑		**32,961**	**683**	**100**	**100**	**100**	**2**	**100**	**300.0**

Para el estrato epífitas y/o cactáceas la especie con mayor valor de importancia relativo es *Tillandsia macdougallii*, y la que registra menor valor de importancia es *Agave kerchovei,* tal como se muestra en el cuadro anterior.

ÁREA DEL PROYECTO

Cuadro IV.100. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo, en el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBÓREO										
ID-AP	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Arbutus xalapensis*	Madroño	64	32	0.68	12	1	0.34	0.68	12.9
2	*Buddleja cordata*	Tepozan	32	16	0.34	4	0	0.17	0.34	4.5
3	*Juniperus deppeana*	Táscate	321	160	3.41	19	3	1.70	3.41	26.1
4	*Nolina longifolia*	Borracho	48	24	0.51	12	1	0.25	0.51	12.6
5	*Pinus rudis*	Pino de las alturas	394	196	4.18	15	4	2.08	4.18	23.7
6	*Quercus crassipes*	Encino	474	236	5.03	19	5	2.51	5.03	29.3
7	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo	8,085	4,024	85.84	19	86	42.72	85.84	190.9
7	**∑**		**9,420**	**4,688**	**100**	**100**	**100**	**50**	**100**	**300.0**

Respecto a este indicador de diversidad, los resultados muestran que la especie con mayor importancia en su estrato arbóreo es *Quercus dysophylla*, en contraste con la especie *Buddleja cordata* que presentan menor valor de importancia.

Cuadro IV.101. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo, en el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO										
ID-AP	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Baccharis conferta*	Jarilla	1,045	520	100.00	100	100	49.77	100.00	300.0
1	**∑**		**1,045**	**520**	**100**	**100**	**100**	**50**	**100**	**300.0**

Para el estrato arbustivo solo se presentó una especie *Baccharis conferta*, por lo tanto es la que presenta el total del valor de importancia relativa.

Cuadro IV.102. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo, en el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID-AP	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Asplenium monanthes*	Helecho	16,074	8,000	11.43	11	11	5.69	11.43	34.0
2	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	20,093	10,000	14.29	11	14	7.11	14.29	39.7
3	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora	16,074	8,000	11.43	11	11	5.69	11.43	34.0
4	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	28,130	14,000	20.00	33	20	9.95	20.00	73.3

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO HERBÁCEO										
ID-AP	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
5	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	60,279	30,000	42.86	33	43	21.33	42.86	119.0
5	∑		**140,651**	**70,000**	**100**	**100**	**100**	**50**	**100**	**300.0**

Para el estrato herbáceo la especie con mayor valor de importancia relativo es *Panicum hallii*, y las que registran menor valor de importancia son *Asplenium monanthes y Helianthemum glomeratum*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro IV.103. Índice de valor de importancia del estrato epífitas y/o cactáceas en el AP.

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA EL ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS										
ID-AP	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Densidad**	**Densidad relativa (%)**	**Frecuencia relativa (%)**	**Cobertura (%)**	**Dominancia**	**Dominancia relativa (%)**	**IVI (%)**
1	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	161	80	5.97	27	6	2.97	5.97	38.6
2	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8	4	0.30	7	0	0.15	0.30	7.3
3	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964	480	35.82	33	36	17.83	35.82	105.0
4	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755	376	28.06	20	28	13.96	28.06	76.1
5	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804	400	29.85	13	30	14.86	29.85	73.0
5	∑		**2,692**	**1,340**	**100**	**100**	**100**	**50**	**100**	**300.0**

Para el estrato epífitas y/o cactáceas la especie con mayor valor de importancia relativo es *Opuntia robusta*, y la que registra menor valor de importancia es *Mammillaria discolor*, tal como se muestra en el cuadro anterior.

Nota: se anexa memoria de cálculo de los índices de flora para cada uno de los estratos identificados en campo de la flora silvestre para el tipo de vegetación de bosque de encino en las unidades de análisis (SA, AI y AP) (**ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO) por capítulo IV (ANEXO F. ÍNDICES_FLORA_UA**).

IV.3.1.2.3.2 DIVERSIDAD BETA

Existen dos maneras de calcular la diversidad beta (β), una es con el índice de similitud y la otra con un análisis multivariado de ordenamiento (en el cual se puede realizar un comparativo entre las áreas del AP, AI y SA), a continuación, se presentan las dos maneras de calcular la diversidad beta.

ÍNDICE DE SIMILITUD

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. Muchas de estas similitudes y diferencias también se pueden expresar o visualizar por medio de distancias. Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, etc.).

Los diferentes índices considerados en los métodos, se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos (cualitativos/ cuantitativos).

- Similitud o disimilitud. Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades).
  - Métodos cualitativos. Expresan la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies.
    - Índice de Jaccard. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

Índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j)

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A
b= número de especies en el sitio B
c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

A continuación, se presentan los valores obtenidos para el cálculo del índice de similitud para el tipo de vegetación de bosque de encino para cada una de las unidades de análisis (SA, AI y AP).

SISTEMA AMBIENTAL

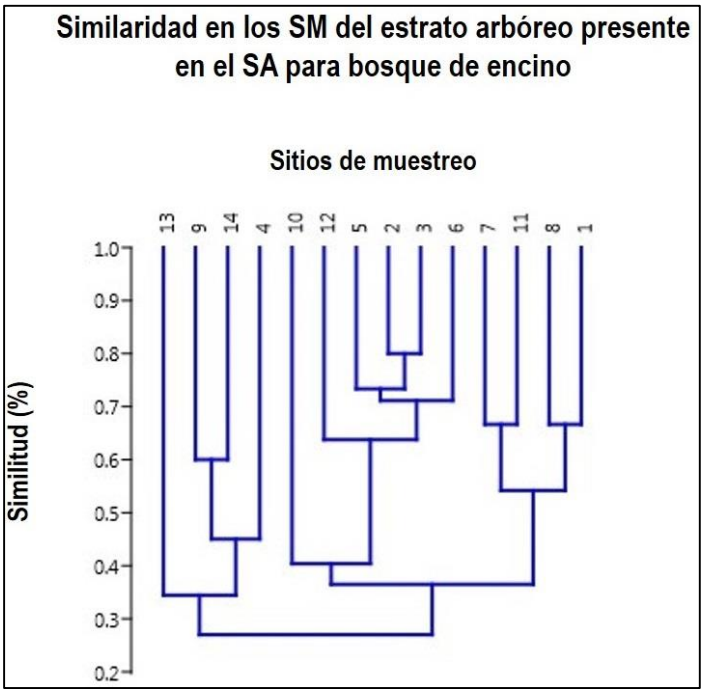


Figura IV.91. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA.

Para el estrato arbóreo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 13 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados. Así mismo los sitios 2 y 3 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 80%, porque comparten casi las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.104. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0.44	0.56	0.44	0.556	0.4	0.364	0.667	0.333	0.444	0.636	0.333	0.5	0.4
2		1	0.80	0.33	0.8	0.8	0.25	0.429	0.167	0.333	0.444	0.75	0.3	0.125
3			1	0.29	0.667	0.667	0.222	0.375	0.143	0.5	0.4	0.6	0.273	0.111
4				1	0.5	0.286	0.25	0.429	0.4	0.333	0.3	0.4	0.3	0.5
5					1	0.667	0.375	0.571	0.143	0.5	0.556	0.6	0.273	0.25
6						1	0.222	0.375	0.143	0.286	0.4	0.6	0.273	0.111
7							1	0.5	0.286	0.111	0.667	0.125	0.154	0.375
8								1	0.286	0.25	0.667	0.286	0.364	0.375
9									1	0	0.2	0.2	0.333	0.6
10										1	0.3	0.4	0.182	0.125
11											1	0.333	0.385	0.273
12												1	0.333	0.143
13													1	0.4
14														1

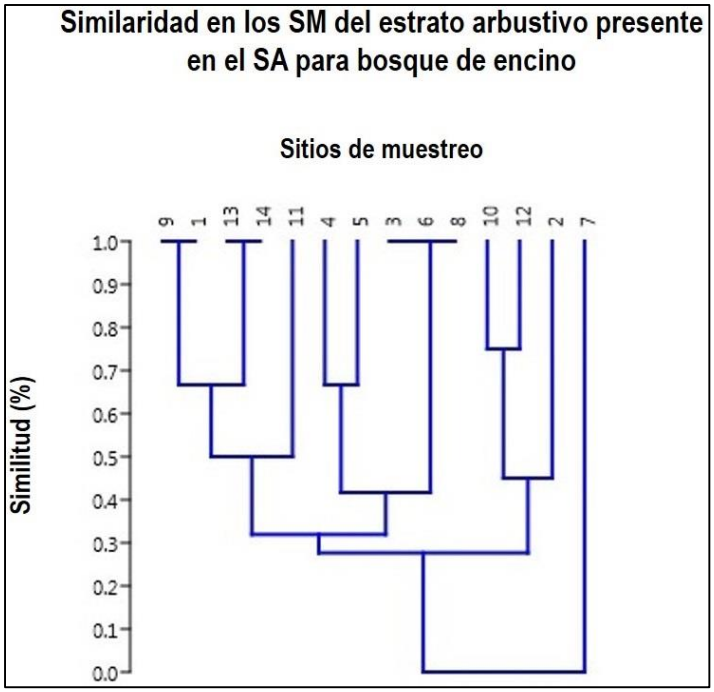


Figura IV.92. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA.

Para el estrato arbustivo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 7 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a que en este sitio no se encontrara ningún individuo para este estrato. Así mismo los sitios 1 y 9, 13 y 14, y 3, 6 y 8 tienen mayores valores de similitud entre sí con 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.105. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo para BE en el SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0.25	0.50	0.25	0.333	0.5	0	0.5	1	0.25	0.4	0.2	0.667	0.667
2		1	0.33	0.50	0.25	0.333	0	0.333	0.25	0.5	0.143	0.4	0.2	0.2
3			1	0.33	0.5	1	0	1	0.5	0.333	0.2	0.25	0.333	0.333
4				1	0.667	0.333	0	0.333	0.25	0.2	0.143	0.167	0.2	0.2
5					1	0.5	0	0.5	0.333	0.25	0.167	0.2	0.25	0.25
6						1	0	1	0.5	0.333	0.2	0.25	0.333	0.333
7							0	0	0	0	0	0	0	0
8								1	0.5	0.333	0.2	0.25	0.333	0.333
9									1	0.25	0.4	0.2	0.667	0.667
10										1	0.333	0.75	0.2	0.2
11											1	0.5	0.6	0.6
12												1	0.4	0.4
13													1	1
14														1

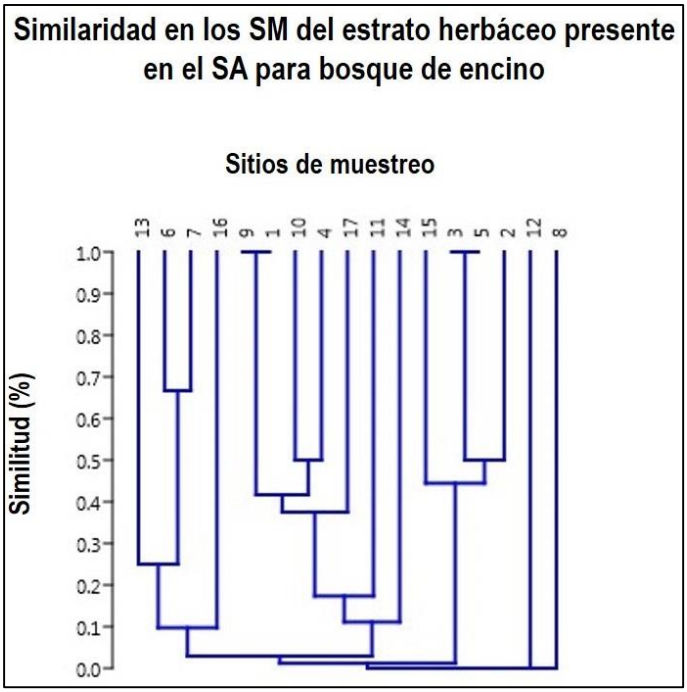


Figura IV.93. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA.

Para el estrato herbáceo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 8 y 12 tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a que en el sitio 8 no se encontrara ningún individuo para este estrato y en el 12, solo se reporta una especie en comparación a los demás sitios. Así mismo los sitios 1 y 9, y 3 y 5 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.106. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	0.00	0.00	0.50	0	0	0	0	1	0.333	0.167	0	0	0.333	0	0	0.333
2		1	0.50	0.00	0.5	0	0	0	0	0	0.167	0	0	0	0.333	0	0
3			1	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
4				1	0	0	0	0	0.5	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0.5
5					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
6						1	0.667	0	0	0	0	0	0.333	0	0	0.167	0.25
7							1	0	0	0	0	0	0.167	0	0	0	0.333
8								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9									1	0.333	0.167	0	0	0.333	0	0	0.333
10										1	0.167	0	0	0	0	0	0.333
11											1	0	0.111	0	0.167	0.125	0.167
12												1	0	0	0	0	0
13													1	0	0	0.125	0
14														1	0	0	0
15															1	0.2	0

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
16																1	0
17																	1

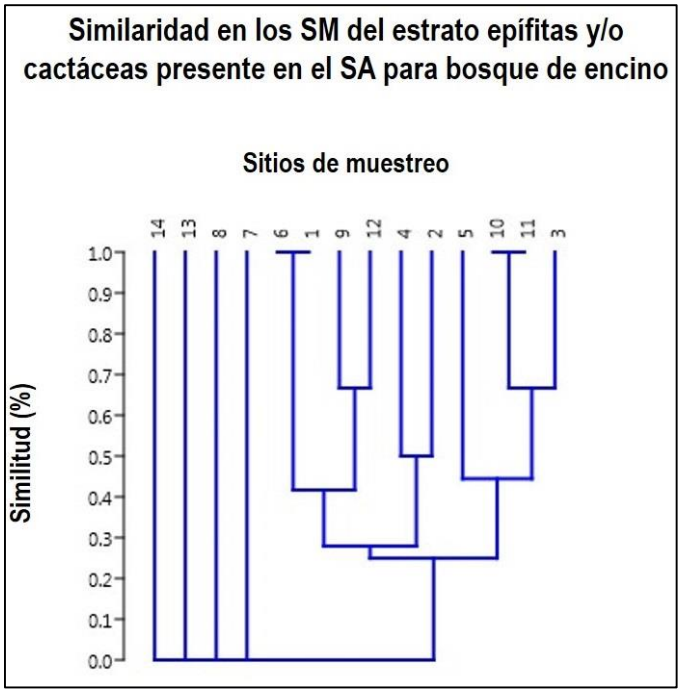


Figura IV.94. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el SA.

Para el estrato epífitas y/o cactáceas de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 7, 8, 13 y 14 tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a que en estos sitios no se encontrara ningún individuo para este estrato. Así mismo los sitios 1 y 6, y 10 y 11 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.107. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el SA.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0.33	0.33	0.33	0	1	0	0	0.5	0.5	0.5	0.333	0	0
2		1	0.50	0.50	0	0.333	0	0	0.25	0.25	0.25	0.2	0	0
3			1	0.20	0.333	0.333	0	0	0.25	0.667	0.667	0.2	0	0
4				1	0	0.333	0	0	0.25	0.25	0.25	0.2	0	0
5					1	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
6						1	0	0	0.5	0.5	0.5	0.333	0	0
7							0	0	0	0	0	0	0	0
8								0	0	0	0	0	0	0
9									1	0.333	0.333	0.667	0	0
10										1	1	0.25	0	0
11											1	0.25	0	0

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12												1	0	0
13													0	0
14														0

ÁREA DE INFLUENCIA

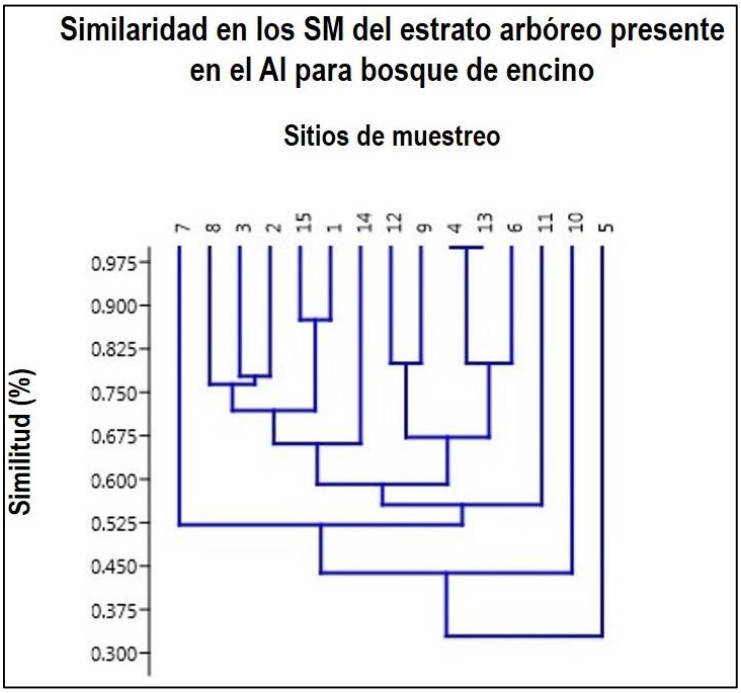


Figura IV.95. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI.

Para el estrato arbóreo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 5 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 28% con respecto a las especies presentes para este estrato. Así mismo los sitios 4 y 13 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.108. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el AI.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0.78	0.75	0.71	0.286	0.571	0.556	0.75	0.571	0.5	0.625	0.714	0.714	0.75	0.875
2		1	0.78	0.56	0.222	0.444	0.6	0.778	0.444	0.4	0.667	0.556	0.556	0.778	0.7
3			1	0.71	0.286	0.571	0.556	0.75	0.571	0.333	0.444	0.5	0.714	0.556	0.667
4				1	0.4	0.8	0.5	0.714	0.8	0.429	0.571	0.667	1	0.5	0.625
5					1	0.5	0.286	0.286	0.5	0.167	0.333	0.4	0.4	0.286	0.25
6						1	0.571	0.571	0.6	0.286	0.429	0.5	0.8	0.375	0.5
7							1	0.75	0.375	0.333	0.444	0.5	0.5	0.4	0.5
8								1	0.571	0.5	0.625	0.714	0.714	0.556	0.667
9									1	0.5	0.429	0.8	0.8	0.571	0.5
10										1	0.375	0.667	0.429	0.5	0.444

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11											1	0.571	0.571	0.625	0.556
12												1	0.667	0.714	0.625
13													1	0.5	0.625
14														1	0.667
15															1

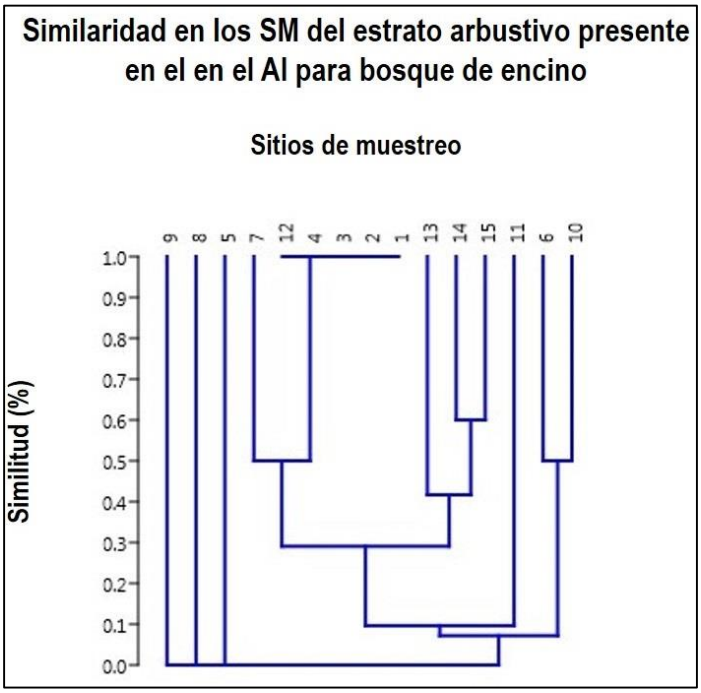


Figura IV.96. Dendrograma de similitud del estrato arbustivo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI.

Para el estrato arbustivo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que los sitios 5, 8 y 9 tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a que en el sitio 5 y 8 no se encontrara ningún individuo para este estrato y en el 9, solo se reporta una especie en comparación a los demás sitios. Así mismo los sitios 1, 2, 3, 4 y 12 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.109. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbustivo para BE en el AI.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0.333	0.333	0.2
2		1	1	1	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0.333	0.333	0.2
3			1	1	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0.333	0.333	0.2
4				1	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0.333	0.333	0.2
5					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6						1	0.333	0	0	0.5	0	0	0	0	0.4
7							1	0	0	0.5	0	0.5	0.25	0.25	0.4
8								0	0	0	0	0	0	0	0

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9									1	0	0	0	0	0	0
10										1	0	0	0	0	0.2
11											1	0	0.333	0.333	0.2
12												1	0.333	0.333	0.2
13													1	0.5	0.333
14														1	0.6
15															1

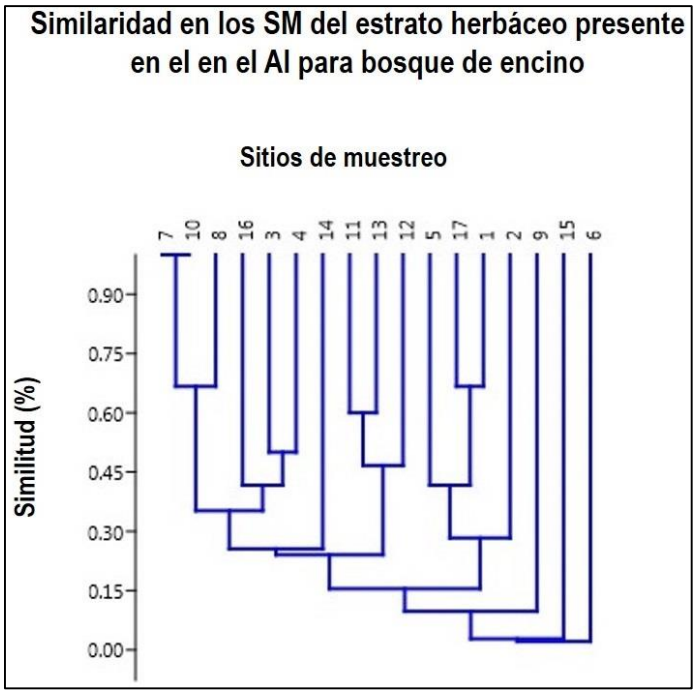


Figura IV.97. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI.

Para el estrato herbáceo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 6 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a solo se reporta una especie en comparación a los demás sitios. Así mismo los sitios 7 y 10 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.110. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el AI.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	0.40	0.25	0.33	0.333	0	0.25	0.2	0.25	0.25	0.167	0.167	0.167	0.2	0	0.25	0.667
2		1	0.20	0.00	0.25	0	0	0	0.2	0	0.333	0.143	0.333	0	0	0	0.2
3			1	0.50	0	0	0.333	0.25	0	0.333	0.5	0.2	0.5	0.25	0	0.333	0.333
4				1	0	0	0.5	0.333	0	0.5	0.25	0.25	0.25	0.333	0	0.5	0.5
5					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
6						1	0	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7							1	0.667	0.333	1	0.2	0.2	0.2	0.25	0	0.333	0.333
8								1	0.25	0.667	0.167	0.167	0.167	0.2	0	0.25	0.25
9									1	0.333	0	0	0	0	0	0	0
10										1	0.2	0.2	0.2	0.25	0	0.333	0.333
11											1	0.333	0.6	0.167	0.167	0.5	0.2
12												1	0.6	0.167	0	0.2	0.2
13													1	0.167	0	0.2	0.2
14														1	0	0.25	0.25
15															1	0.25	0
16																1	0.333
17																	1

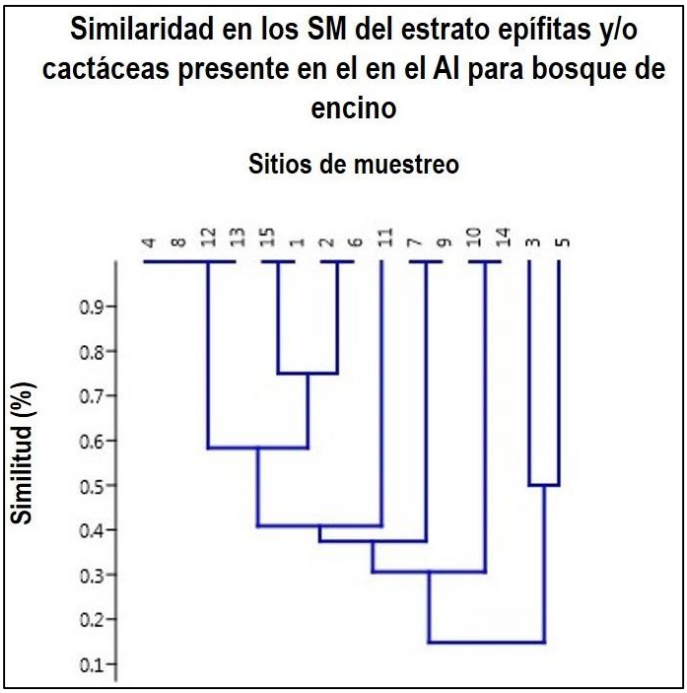


Figura IV.98. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AI.

Para el estrato epífitas y/o cactáceas de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 5 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a solo se reporta una especie en comparación a los demás sitios. Así mismo los sitios 1 y 15, 2 y 6, 7 y 9, 10 y 14, y 4, 8, 12 y 13 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.111. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el AI.

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0.75	0.25	0.67	0	0.75	0.333	0.667	0.333	0.333	0.333	0.667	0.667	0.333	1
2		1	0.20	0.50	0	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	0.75

SITIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3			1	0.33	0.5	0.2	0.5	0.333	0.5	0	0.4	0.333	0.333	0	0.25
4				1	0	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.4	1	1	0.5	0.667
5					1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0
6						1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	0.75
7							1	0.5	1	0	0.2	0.5	0.5	0	0.333
8								1	0.5	0.5	0.4	1	1	0.5	0.667
9									1	0	0.2	0.5	0.5	0	0.333
10										1	0.2	0.5	0.5	1	0.333
11											1	0.4	0.4	0.2	0.333
12												1	1	0.5	0.667
13													1	0.5	0.667
14														1	0.333
15															1

ÁREA DEL PROYECTO

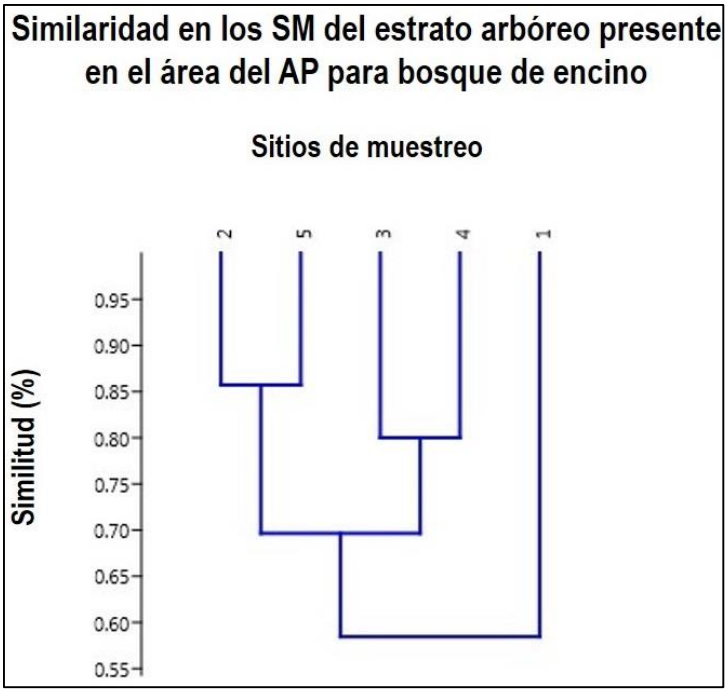


Figura IV.99. Dendrograma de similitud del estrato arbóreo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AP.

Para el estrato arbóreo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 4 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados. Así mismo los sitios 2 y 5 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 86%, porque comparten casi las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.112. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato arbóreo para BE en el AP.

SITIO	1	2	3	4	5
1	1	0.57	0.60	0.50	0.667

SITIO	1	2	3	4	5
2		1	0.57	0.71	0.857
3			1	0.80	0.667
4				1	0.833
5					1

Para el caso del estrato arbustivo no se puede determinar el dendrograma de similitud, debido a que en el muestreo solo se reportó una especie para los cinco sitios de muestreo, por lo que el programa no puede calcular con esos valores, necesita por lo menos tener tres especies para poder calcularse el dendrograma de similitud.

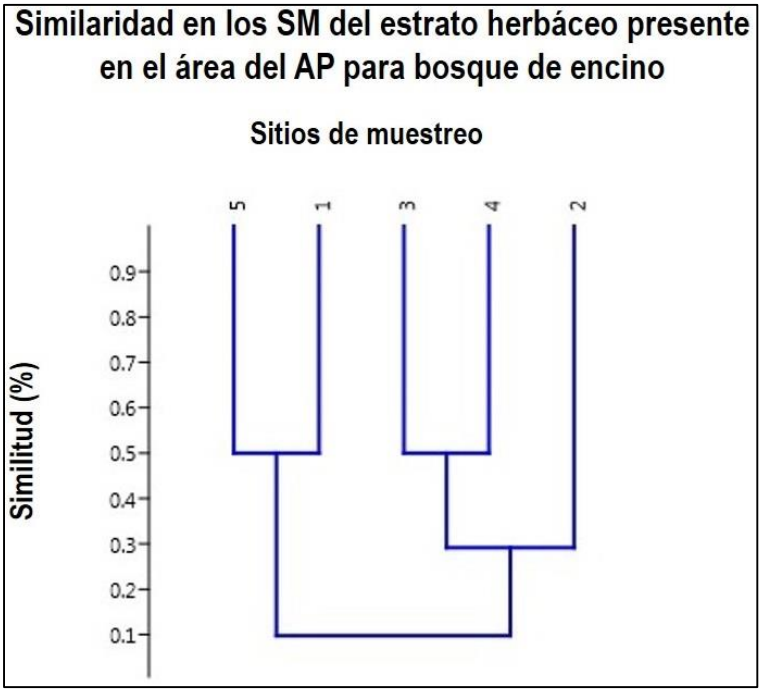


Figura IV.100. Dendrograma de similitud del estrato herbáceo construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AP.

Para el estrato herbáceo de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 4 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 0% con respecto a las especies presentes para este estrato debido a solo se reporta una especie en comparación a los demás sitios. Así mismo los sitios 1 y 5, y 4 y 3 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 50%, porque comparten casi las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.113. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato herbáceo para BE en el AP.

SITIO	1	2	3	4	5
1	1	0.25	0	0	0.5
2		1	0.25	0.33	0.333
3			1	0.5	0
4				1	0

SITIO	1	2	3	4	5
5					1

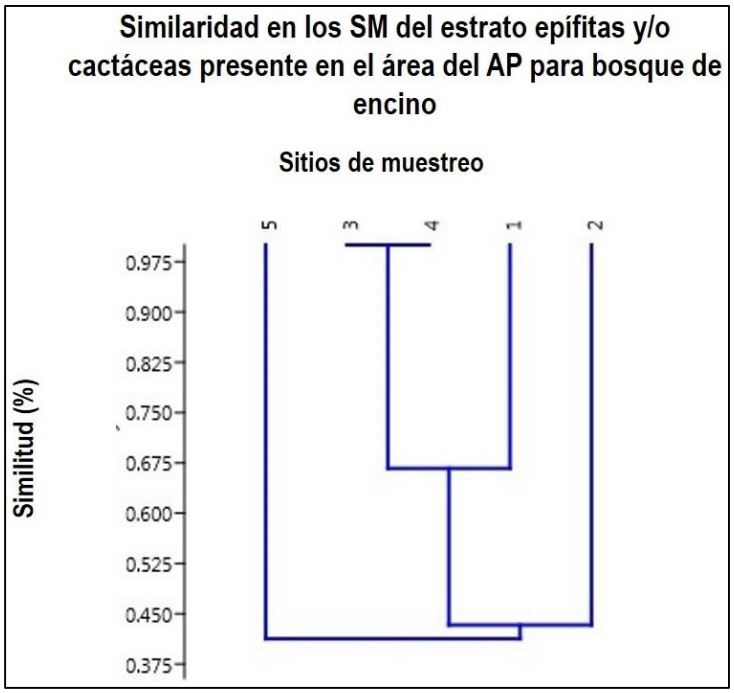


Figura IV.101. Dendrograma de similitud del estrato epífitas y/o cactáceas construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia para BE en el AP.

Para el estrato epífitas y/o cactáceas de acuerdo a los valores obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard podemos decir que el sitio 5 es quien tiene menor similaridad con el resto de los sitios muestreados con un porcentaje del 25% con respecto a las especies presentes para este estrato. Así mismo los sitios 3 y 4 tienen mayores valores de similitud entre sí con un 100%, porque comparten las mismas especies, como se puede corroborar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.114. Coeficiente de similitud de Jaccard del estrato epífitas y/o cactáceas para BE en el AP.

SITIO	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.67	0.67	0.25
2		1	0.40	0.40	0.4
3			1	1	0.5
4				1	0.5
5					1

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE ORDENAMIENTO

La beta-diversidad (β), es la tasa de cambio de especies de dos o más comunidades vegetales adyacentes (AP, AI y SA). Refleja, por lo tanto, la diferencia de composición de ambas comunidades y, en última instancia, la heterogeneidad del paisaje.

A continuación, se muestra un análisis multivariado de ordenamiento, el cual nos permite determinar si existe una tasa de recambio de especies (similitud o disimilitud). Las relaciones de similitud y disimilitud se analizan sobre varios ejes (eje 1 y eje 2), los cuales indican las distancias entre las muestras dentro del espacio de ordenamiento. En este caso, para cada unidad de análisis se calcularon los centroides (promedio de los valores del eje 1 y 2) con sus respectivos IC 95 %. De tal manera que, si los IC 95 % de los centroides no se solapan sobre alguno de los ejes, se puede asumir diferencias significativas entre las unidades de análisis. El análisis de multivariado de ordenamiento para la flora en las unidades de análisis (AP, AI y SA) que se muestra a continuación se llevó a cabo para el tipo de vegetación de bosque de encino.

Bosque de encino

Para tal tipo de vegetación, se registraron especies de flora pertenecientes a los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas). Por lo tanto, el comparativo se llevará a cabo con los estratos:

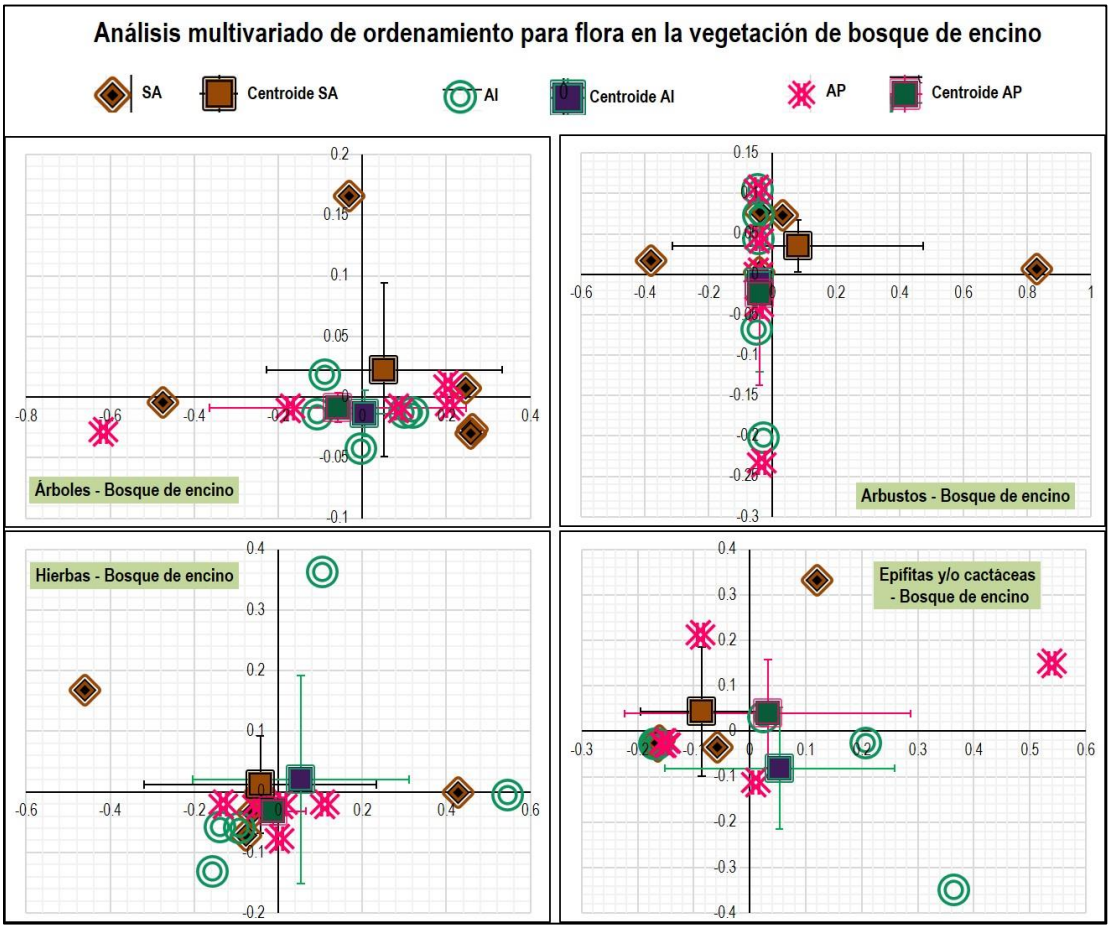


Figura IV.102. Comparativo de la diversidad beta de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en las unidades de análisis (AP, AI y SA).

De acuerdo a los resultados obtenidos para el tipo de vegetación correspondiente a bosque de encino, para los cuatro estratos (árboles, arbustos, hierbas y epífitas y/o cactáceas), los IC 95 % se solapan en ambos ejes, lo cual indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas unidades de análisis (AP, AI y SA), solo para el caso de las especies del estrato arbustivo se solapan entre sí, debido a la variedad de las especies encontradas en los sitios de muestreo. Sin embargo, no significa que las comunidades de flora de ambas unidades de análisis sean iguales, ya que existe una diferencia en cuanto a la identidad de las especies presentes tanto en el AP, como en el AI y el SA. Ya que el AP presenta únicamente una porción de especies de flora del AI y el SA, siendo el resto de especies que únicamente se encuentran en el SA lo que les confiere una diferencia entre ambos sitios (AP, AI y SA). Por lo tanto, la magnitud del cambio en la composición de especies se encuentra dado a lo largo de una gradiente ambiental; es decir, de un área con menor disponibilidad de recursos y superficie reducida (AP), hacia un área con elevada capacidad de carga (K) y amplia gama de ecosistemas (AI y SA). Ya que los resultados sugieren que, a mayor gradiente ambiental o comunidades de paisajes, el recambio de especies y diversidad aumentan. Ya que como se observa, al aumentar la superficie del área sujeta a estudio, la dinámica ecosistemática cambia, aumenta la disponibilidad de recursos y hábitats; por lo tanto, las condiciones ambientales permiten el establecimiento de nuevas especies (se presenta un recambio de especies), conforme el gradiente ambiental incrementa.

IV.3.1.2.3.3 DIVERSIDAD GAMMA

DIVERSIDAD GAMMA

La gamma-diversidad, es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra las componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada (SA, AI y/o AP, incluyendo todas las comunidades que se encuentran en ella (ambas unidades de análisis). Por lo tanto, a continuación, se muestra el comparativo de la diversidad gamma (curvas de rarefacción) tanto del AP, como del AI y el SA. En este análisis, el nivel de solapamiento de los 95% IC entre comunidades nos dirá si existen diferencias entre las unidades de análisis, en cuanto a su riqueza de especies. Pero la comparación de las curvas del AP, AI y SA con la curva combinada de ambas comunidades nos indicará si difieren o no en su composición de especies. El análisis de rarefacción gamma para la flora en las tres unidades de análisis que se muestra a continuación se llevó a cabo para el tipo de vegetación de bosque de encino.

- **Bosque de encino**

Para tal tipo de vegetación, se registraron especies de flora pertenecientes a los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas y/o cactáceas). Por lo tanto, el comparativo se llevará a cabo con cada uno de estos estratos:

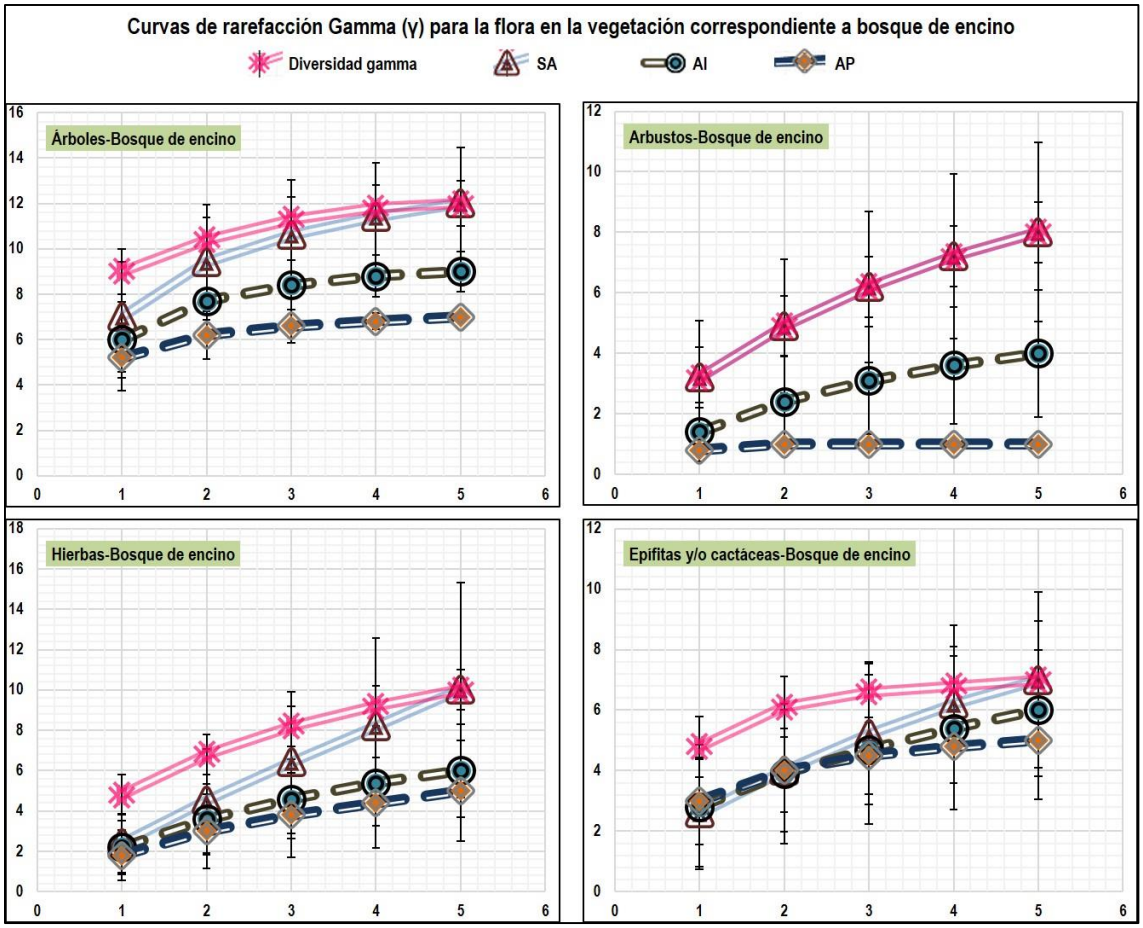


Figura IV.103. Comparativo de la diversidad gamma de flora en la vegetación correspondiente a bosque de encino en tres unidades de análisis (SA, AI y AP).

Como se puede observar, para tres de los cuatro estratos (árboles, hierbas y epífitas y/o cactáceas) presentan la misma tendencia, solo el estrato arbustivo se encuentra solapando en las dos curvas de rarefacción al final (SA y GAMMA). Es decir, la curva gamma representa a la totalidad de especies de flora que se encuentran en la vegetación correspondiente a bosque de encino tanto en el AP, como en el AI y el SA. Por lo tanto, se observa que los IC 95 % se solapan en las dos curvas de rarefacción correspondiente a la diversidad gamma y SA. Lo cual indica que, el SA, no aporta especies diferentes a la diversidad gamma, ya que todas las especies de flora que arroja la curva de rarefacción gamma, se encuentran representadas en el SA, por lo tanto, ambas curvas son similares.

IV.3.1.2.4 BIODIVERSIDAD

A lo largo del territorio mexicano pueden encontrarse casi todos los tipos de vegetación que existen en el mundo (CONABIO 2006); en ellos habitan miles de especies de diversos grupos taxonómicos, muchos de los cuales muestran una alta variabilidad genética. Todo esto convierte a México en uno de los llamados países "megadiversos", honor que comparte con Brasil, Perú, Indonesia, China y Colombia, entre otros. No obstante, al igual que en muchas regiones del mundo, la biodiversidad de nuestro país encara numerosas e importantes amenazas que afectan a este importante capital natural y que ponen en riesgo su futuro, junto con los servicios ambientales que son indispensables para la vida y el desarrollo de la sociedad[xxiii].

México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico. Su compleja fisiografía e historia geológica y climática, principalmente, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas (Espinosa et al., 2008). De este modo, en los tres niveles en los que se estudia la biodiversidad (ecosistemas, especies y genes), México posee una riqueza especialmente importante. En el mundo se han descrito hasta la fecha entre 1.7 y 2 millones de especies, aunque algunos estudios sugieren que esta cifra podría incrementarse en el futuro con la descripción de nuevas especies entre los 5 y los 30 millones (May, 1988; CBD, 2002). A pesar de representar tan sólo 1.5% de la superficie terrestre del planeta, se estima que en México habita entre 10 y 12% de las especies del mundo[xxiv].

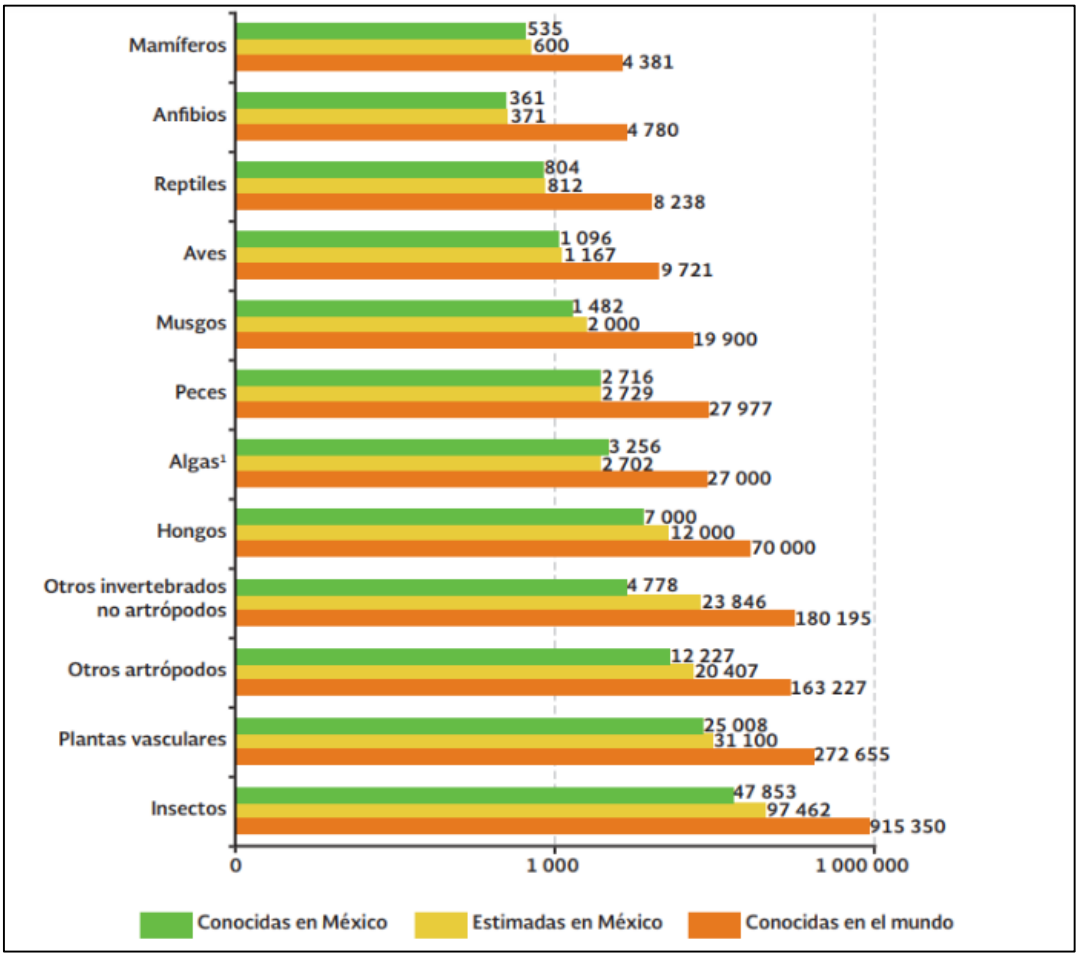


Imagen IV.7. Diversidad de especies en el mundo y México.

Si se observa la riqueza de especies por grupo taxonómico a nivel de entidad federativa, resulta claro que ni la riqueza, ni el conocimiento de las especies se distribuyen homogéneamente a lo largo del territorio. Existen zonas particularmente ricas en especies en las que también se ha hecho un mayor esfuerzo de colecta: por ejemplo, en el sureste, los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas son los más ricos a nivel nacional en especies de vertebrados, plantas vasculares y artrópodos.

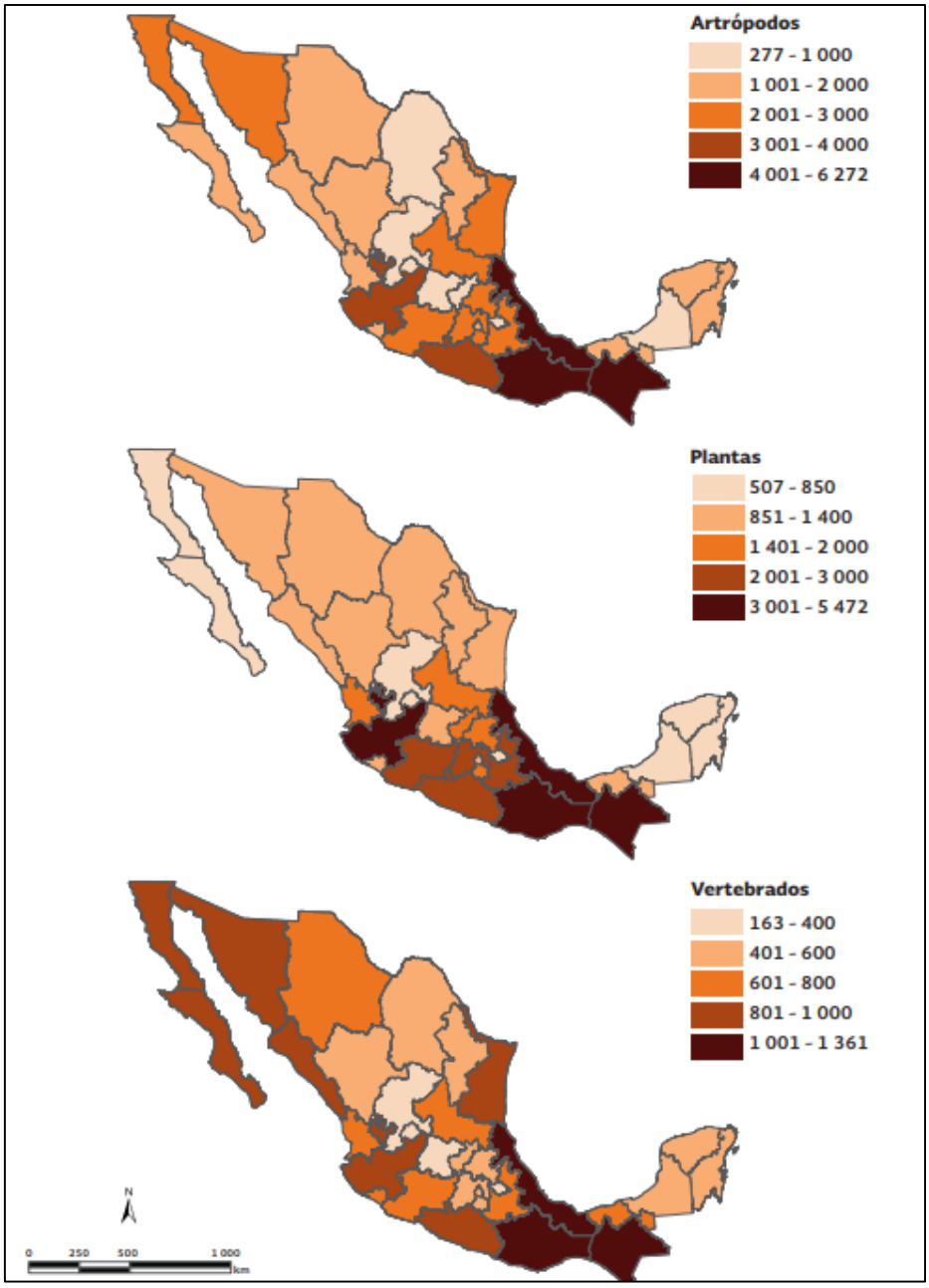


Imagen IV.8. Diversidad de especies en el mundo y México[xxv].

Uno de los principales impactos en la pérdida de biodiversidad es la presencia de especies invasoras, las cuales se ha considerado en los últimos años como una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel global. Las especies invasoras afectan a las especies nativas de flora y fauna a través de la competencia, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat y cambios en el funcionamiento de los ecosistemas. En circunstancias particulares, puede ocurrir hibridación con las especies nativas, alterando su acervo genético (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010)[xxvi] y, en los casos más graves, producir la disminución de la biodiversidad de los ecosistemas al provocar la extinción de sus especies nativas.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La diversidad y la composición florística son atributos de las comunidades que permiten su comprensión y comparación. El concepto de diversidad tiene dos componentes principales: la riqueza de especies y la equitatividad. El primero se refiere al número de especies en una comunidad y el segundo a las proporciones relativas de cada especie, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad (Krebs 1999). Por su parte, la composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad y su distribución.

SISTEMA AMBIENTAL

En total se registraron 15 especies de árboles en 7 géneros y 7 familias, 8 especies de arbustos en 6 géneros y 4 familias, 17 especies de hierbas en 16 géneros y 8 familias y 7 especies de epífitas y/o cactáceas en 4 géneros y 3 familias. De manera general las familias con mayor riqueza de especies fueron Fagaceae (7), Asteraceae (6) y Poaceae (9), Cactaceae (3), que concentraron 53.19% del total de las especies encontradas. Las especies con las mayores densidades de los estratos fueron: *Quercus dysophylla* (2,390 individuos), *Baccharis conferta* (579), *Panicum hallii* (24,706), *Opuntia robusta* (197). Éstas representan 18.92% del total de los individuos registrados. La diversidad y equitatividad por estrato fueron: arbóreo: H= 1.3889 y H/H' max = 0.5129, arbustivo: H= 1.8001 y H/H' max = 0.8657, herbáceo: H= 2.6629 y H/H' max = 0.9399 y epífitas y/o cactáceas: H= 1.5806 y H/H' max = 0.8123; respectivamente, valores que indican que la comunidad vegetal tiene una diversidad que va desde muy baja en mal estado, baja pobre con perturbación y a media en un estado moderado.

ÁREA DE INFLUENCIA

Para el caso de árboles se registraron 12 especies en 7 géneros y 7 familias, para arbustos 7 especies en 5 géneros y 3 familias, para el estrato herbáceo se tuvieron 14 especies en 13 géneros y 6 familias, para epífitas y/o cactáceas se tienen 6 especies en 4 géneros y 3 familias. De manera general las familias con mayor riqueza de especies fueron Fagaceae (5), Asteraceae (4) y Poaceae (8), que concentraron 43.59% del total de las especies encontradas. Las especies con las mayores densidades de los estratos fueron: *Quercus dysophylla* (2,093 individuos), *Baccharis conferta* (413), *Muhlenbergia macroura* (28,235) y *Polypodium guttatum* (28,235, *Opuntia robusta* (387). Éstas representan 50.61% del total de los individuos registrados. La diversidad y equitatividad por estrato fueron: arbóreo: H= 1.1852 y H/H' max = 0.4770, arbustivo: H= 1.6776 y H/H' max = 0.8621; y herbáceo: H= 2.3188 y H/H' max = 0.8787 y epífitas y/o cactáceas: H= 1.2993 y H/H' max = 0.7251; respectivamente, valores que indican que la comunidad vegetal tiene una diversidad que va desde muy baja en mal estado, baja pobre con perturbación y a media en un estado moderado.

ÁREA DEL PROYECTO

Para el caso de árboles se registraron 7 especies en 6 géneros y 6 familias, para arbustos solo se encontró una especie (*Baccharis conferta*), para el estrato herbáceo se tuvieron 5 especies en 5 géneros y 3 familias, para epífitas y/o cactáceas se tienen 5 especies en 4 géneros y 3 familias. De manera general las familias con mayor riqueza de especies fueron Fagaceae (2) y Poaceae (3), que concentraron 22.72% del total de las especies encontradas. Las especies con las mayores densidades de los tres estratos fueron: *Quercus dysophylla* (4,024 individuos), *Baccharis conferta* (520), *Panicum hallii* (30,000), *Opuntia robusta* (480). Éstas representan 28.97% del total de los individuos registrados. La diversidad y equitatividad por estrato fueron: arbóreo: H= 0.6100 y H/H' max = 0.3135, herbáceo: H= 1.4588 y H/H' max = 0.9064 y epífitas

y/o cactáceas: H= 1.2708 y H/H' max = 0.7896; respectivamente, valores que indican que la comunidad vegetal tiene una diversidad que va desde muy baja en mal estado y baja pobre con perturbación.

RIQUEZA ESPECÍFICA, ÍNDICE DE SIMPSON E ÍNDICE DE SHANNON–WIENER DE LAS ESPECIES DE FLORA

La formación es una comunidad vegetal de orden superior, compuesta por una o varias sinusias, con fisionomía homogénea. Una sinusia es una comunidad de plantas de estructura uniforme, caracterizada por poseer un solo tipo de forma vital[xxvii]. Se reconocen dentro de las formaciones cuatro unidades de orden superior: lignosa, herbosa, deserta y errantia.

- **Lignosa** incluye formaciones de plantas leñosas dominadas por árboles o por arbustos.
- **Herbosa** comprende formaciones dominadas por especies herbáceas.
- **Deserta** se usa para aquellas formaciones con vegetación muy abierta por escasez de agua líquida, efecto de la salinidad, movilidad del suelo o escaso desarrollo edáfico.
- **Errantia** comprende las formaciones principalmente integradas por plantas no vasculares y polen o espermatofitos errantes en agua, suelo o aire.

Existen diferentes metodologías de criterios y ordenación, los más comunes y utilizables son dos:

- Fitosociológica: sistema jerárquico de clasificación de la vegetación.
- Cuantitativa: tipificación y ordenación estadística de los resultados obtenidos en los inventarios levantados en campo.

CUANTITATIVA

La **riqueza específica** es la forma sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. En los cuadros siguientes se muestra la riqueza específica para el SA, AI y AP.

Cuadro IV.115. Riqueza específica de flora en los tres niveles SA, AI y AP para bosque de encino.

Proyecto	*"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"*			
	RIQUEZA ESPECÍFICA BOSQUE DE ENCINO			
ÁREA	ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Área del Proyecto (AP)	Arbóreo	6	6	7
	Arbustivo	1	1	1
	Herbáceo	3	5	5
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	5
Área de Influencia (AI)	Arbóreo	7	7	12
	Arbustivo	3	5	7
	Herbáceo	6	13	14
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	6
Sistema Ambiental (SA)	Arbóreo	7	7	15
	Arbustivo	4	6	8
	Herbáceo	8	16	17
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	7

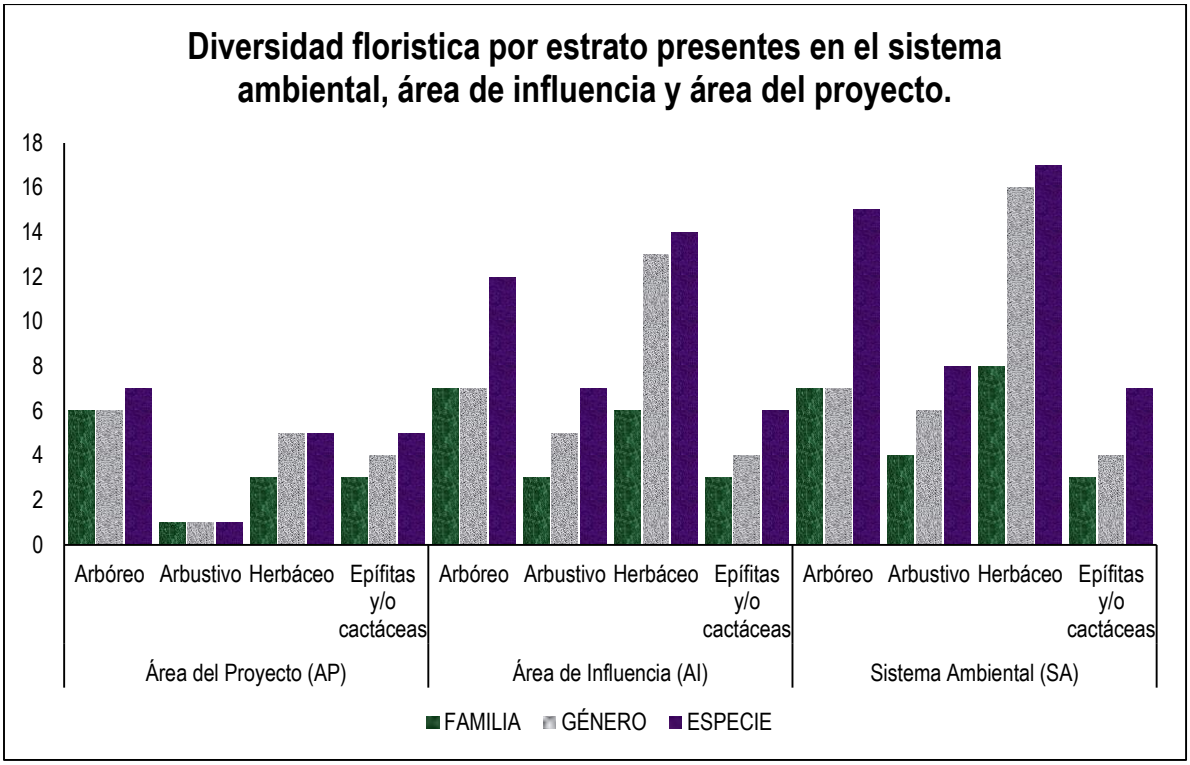


Figura IV.104. Comparativo de la riqueza especifica existente en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Los resultados obtenidos de los diversos análisis de flora realizados, se conjuntaron con el objetivo de determinar y cuantificar la riqueza de organismos de las zonas. Dado lo anterior se obtuvo la abundancia relativa y diversidad de cada una de las especies halladas en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Cuadro IV.116. Resumen del índice de Shannon – Wienner de flora en los tres niveles SA, AI y AP para bosque de encino.

Proyecto	$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\ Pi$			
"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"				
BOSQUE DE ENCINO				
AP	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 0.6100	H = -	H = 1.4588	H = 1.2708
	H' máx.= 1.9459	H' máx.= -	H' máx.= 1.6094	H' máx.= 1.6094
	J= 0.3135	J= -	J= 0.9064	J= 0.7896
AI	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.1852	H = 1.6776	H = 2.3188	H = 1.2993
	H' máx.= 2.4849	H' máx.= 1.9459	H' máx.= 2.6391	H' máx.= 1.7918
	J= 0.4770	J= 0.8621	J= 0.8787	J= 0.7251
SA	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.3889	H = 1.8001	H = 2.6629	H = 1.5806
	H' máx.= 2.7081	H' máx.= 2.0794	H' máx.= 2.8332	H' máx.= 1.9459

Proyecto	$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\, Pi$			
"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"				
BOSQUE DE ENCINO				
	J= 0.5129	J= 0.8657	J= 0.9399	J= 0.8123

Cuadro IV.117. Resumen del índice de Simpson de flora en los tres niveles SA, AI y AP para bosque de encino.

Proyecto	$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$			
"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"				
BOSQUE DE ENCINO				
AP	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	I. Simpson λ = 0.2577	I. Simpson λ = 0.0000	I. Simpson λ = 0.7298	I. Simpson λ = 0.7003
	Dominancia = 0.7423	Dominancia = 1.0000	Dominancia = 0.2702	Dominancia = 0.2997
AI	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	I. Simpson λ = 0.5154	I. Simpson λ = 0.7750	I. Simpson λ = 0.8815	I. Simpson λ = 0.6279
	Dominancia = 0.4846	Dominancia = 0.2250	Dominancia = 0.1185	Dominancia = 0.3721
SA	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	I. Simpson λ = 0.5586	I. Simpson λ = 0.8055	I. Simpson λ = 0.9175	I. Simpson λ = 0.7452
	Dominancia = 0.4414	Dominancia = 0.1945	Dominancia = 0.0825	Dominancia = 0.2548

De acuerdo a los resultados presentados en los cuadros anteriores podemos hacer un análisis de diversidad de especies existente en el sistema ambiental, el área de influencia y el área del proyecto.

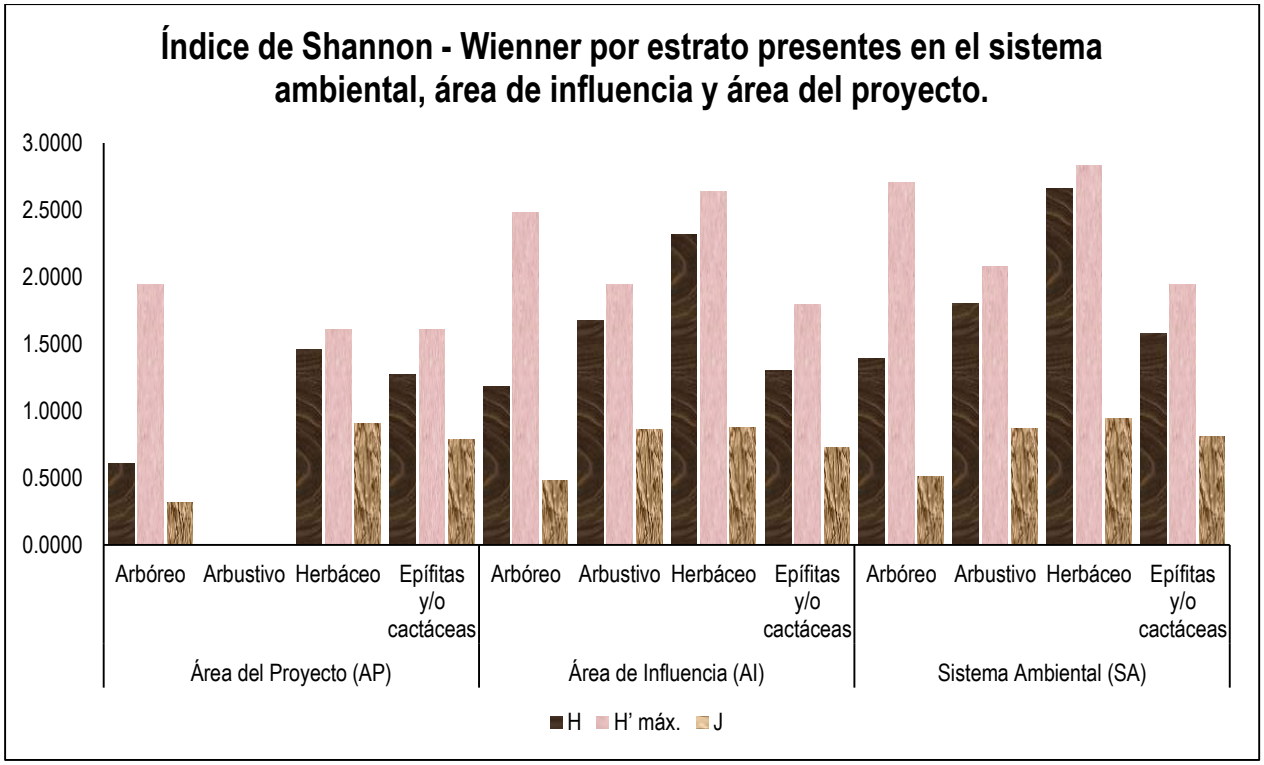


Figura IV.105. Comparativo del índice de Shannon – Wienner en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

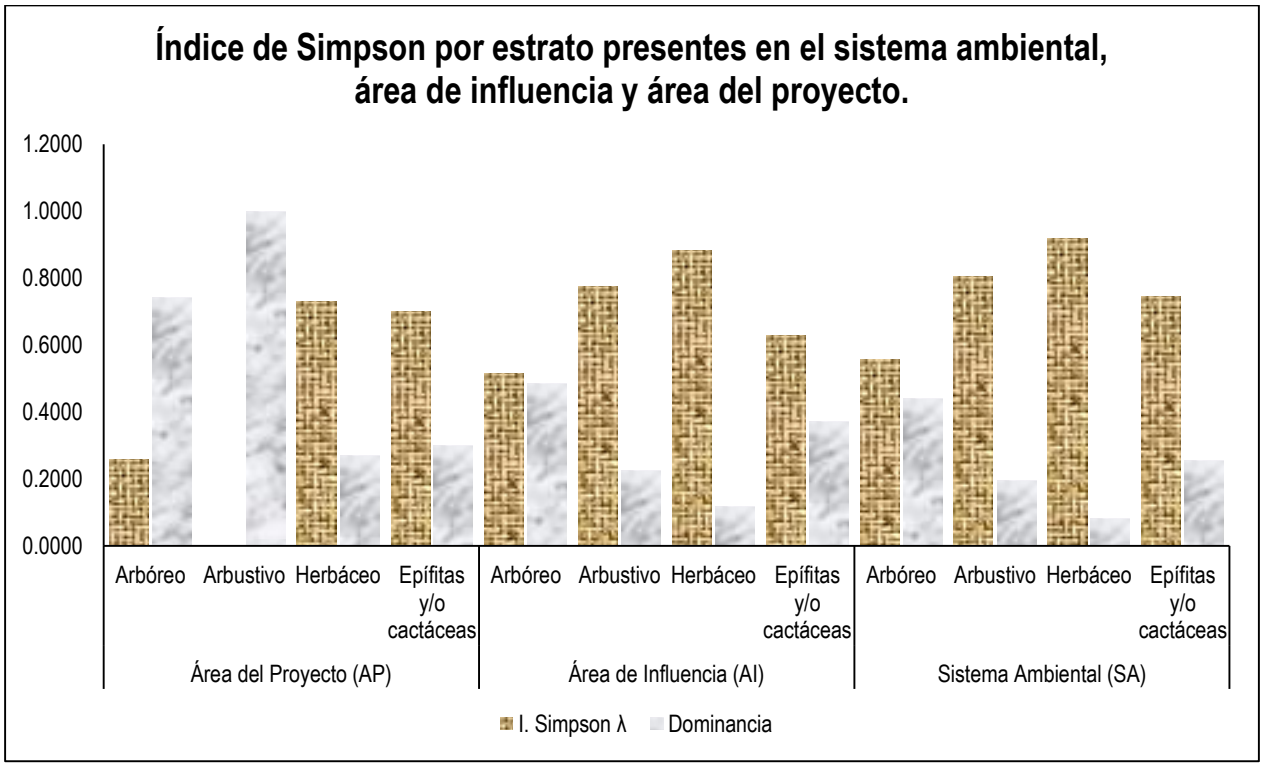


Figura IV.106. Comparativo del índice de Simpson en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

En los gráficos anteriores se puede apreciar con mayor claridad cómo se comportan los índices en el sistema ambiental comparado con el área de influencia y esta a su vez con el área del proyecto.

COMPARATIVO DE LAS ESPECIES REPORTADAS PARA LOS ESTRATOS EN LAS UNIDADES DE ANÁLISIS (SA, AI y AP)

Para reforzar que con las especies a remover no se afectara la biodiversidad a continuación se presenta un cuadro comparativo de los individuos totales e IVI, en donde se muestra como todas las especies se encuentran presentes en el sistema ambiental.

Cuadro IV.118. Comparativo del IVI entre SA, AI y AP en BE.

ÁRBOLES

COMPARACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	IVI		
ARBÓREO	*Arbutus xalapensis*	12.9	15.2	16
	Buddleja cordata	4.5	5.6	5.4
	Juniperus deppeana	26.1	32.4	25
	Nolina longifolia	12.6	14.6	7
	Pinus leiophylla	-	-	2
	Pinus teocote	-	5.4	8.1
	Pinus rudis	23.7	26.8	28
	Prunus serotina	-	1.2	3.0
	Quercus crassipes	29.3	35.6	28.7
	Quercus dysophylla	190.9	151.9	141
	Quercus glabrescens	-	1.3	10
	Quercus laurina	-	-	1.4
	Quercus microphylla	-	1.4	2
	Quercus rugosa	-	-	5.0
	Quercus crassifolia	-	8.6	18.3

ARBUSTOS

COMPARACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	IVI		
ARBUSTIVO	*Ageratina astellera*	-	44.4	62
	Ageratina petiolaris	-	30.8	33.9
	Baccharis conferta	300.0	115.2	100.3
	Baccharis pteronioides	-	8.0	31
	Bouvardia ternifolia	-	38.1	35
	Brickellia veronicifolia	-	14.2	15
	Monnina ciliolata	-	-	6

COMPARACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	IVI		
	Symphoricarpos microphyllus	-	49.3	17

HIERBAS

COMPARACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	IVI		
HERBÁCEO	*Aristida adscensionis*	-	-	18
	Asplenium monanthes	34.0	26.1	15
	Bouteloua scorpioides	-	5.2	5
	Cheilanthes marsupianthes	-	-	10.2
	Cynodon dactylon	-	8.0	15
	Dalea versicolor	-	21.2	17.3
	Desmodium grahamii	-	6.6	19
	Enneapogon desvauxii	-	12.5	9
	Eragrostis intermedia	39.7	17.1	31
	Galium microphyllum	-	-	9
	Geranium potentilloides	-	6.6	9
	Helianthemum glomeratum	34.0	32.0	16
	Muhlenbergia glabrata	-	18	19
	Muhlenbergia macroura	73	62	34
	Panicum hallii	119	42	46
	Piptochaetium angustifolium	-	4	18
	Polypodium guttatum	-	39	11

EPÍFITAS Y CACTÁCEAS

COMPARACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	IVI		
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS	*Agave kerchovei*	-	11.5	54
	Agave salmiana	38.6	13.5	35
	Mammillaria discolor	7.3	23.7	18.2
	Mammillaria magnimamma	-	-	10.6
	Opuntia robusta	105.0	67.7	122.9
	Tillandsia macdougallii	76.1	145.6	12
	Tillandsia recurvata	73.0	37.9	47.2

Cuadro IV.119. Comparativo de los individuos totales entre SA, AI y AP en BE.

ÁRBOLES

COMPARACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE INDIVIDUOS TOTALES		
ARBÓREO	*Arbutus xalapensis*	64	3,669	18,648
	Buddleja cordata	32	773	3,851
	Juniperus deppeana	321	11,395	27,972
	Nolina longifolia	48	2,382	4,054
	Pinus leiophylla	-	-	2,027
	Pinus teocote	-	1,481	4,257
	Pinus rudis	394	9,785	28,580
	Prunus serotina	-	64	1,013
	Quercus crassipes	474	15,515	44,188
	Quercus dysophylla	8,085	101,071	339,109
	Quercus glabrescens	-	129	19,053
	Quercus laurina	-	-	203
	Quercus microphylla	-	193	1,013
	Quercus rugosa	-	-	6,284
	Quercus crassifolia	-	2,189	20,675

ARBUSTOS

COMPARACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE INDIVIDUOS TOTALES		
ARBUSTIVO	*Ageratina astellera*	-	7,081	62,836
	Ageratina petiolaris	-	5,794	33,445
	Baccharis conferta	1,045	19,957	82,092
	Baccharis pteronioides	-	966	33,445
	Bouvardia ternifolia	-	7,725	30,404
	Brickellia veronicifolia	-	2,575	12,162
	Monnina ciliolata	-	-	4,054
	Symphoricarpos microphyllus	-	8,369	11,148

HIERBAS

COMPARACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE INDIVIDUOS TOTALES		
HERBÁCEO	*Aristida adscensionis*	-	-	1,502,331
	Asplenium monanthes	16,074	766,835	1,001,554
	Bouteloua scorpioides	-	113,605	250,388
	Cheilanthes marsupianthes	-	-	751,165
	Cynodon dactylon	-	227,210	1,251,942
	Dalea versicolor	-	568,026	918,091
	Desmodium grahamii	-	170,408	1,335,405
	Enneapogon desvauxii	-	312,414	584,240
	Eragrostis intermedia	20,093	312,414	2,253,496
	Galium microphyllum	-	-	584,240
	Geranium potentilloides	-	170,408	584,240
	Helianthemum glomeratum	16,074	908,841	834,628
	Muhlenbergia glabrata	-	340,816	1,085,017
	Muhlenbergia macroura	28,130	1,363,262	1,752,719
	Panicum hallii	60,279	1,306,460	3,505,439
	Piptochaetium angustifolium	-	85,204	1,001,554
	Polypodium guttatum	-	1,363,262	834,628

EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS

COMPARACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA BOSQUE DE ENCINO				
LISTADO TOTAL DE ESPECIES		AP	AI	SA
ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE INDIVIDUOS TOTALES		
EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS	*Agave kerchovei*	-	1,416	15,405
	Agave salmiana	161	773	5,675
	Mammillaria discolor	8	2,446	3,040
	Mammillaria magnimamma	-	-	2,027
	Opuntia robusta	964	5,343	27,972
	Tillandsia macdougallii	755	18,669	2,635
	Tillandsia recurvata	804	4,313	13,175

De acuerdo a los comparativos mostrados anteriormente se observa que en los cuatro estratos el índice de valor de importancia de algunas especies presentes en el AP es mayor que en las especies presentes en el AI y el SA, esto se deriva de la presencia u ocurrencia de estas especies en los sitios de muestreo levantados. Otro aspecto a tomar en cuenta es reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los individuos de cada especie, es decir, aquellas especies con un valor de importancia mayor son aquellas que poseen un patrón regular, mientras que aquellas con un valor de importancia bajo son características de un patrón disperso, esto porque al tener un muestreo en una superficie más grande los datos levantadas se encuentran más dispersas y por lo tanto el valor de importancia es menor como lo es el caso de las especies presentes en el área de influencia y el sistema ambiental.

Pero cabe resaltar que el muestreo levantado en el sistema ambiental y en el área de influencia se realizó en parte de la superficie total de esta por lo que se puede asegurar que en el resto de la superficie se encuentren más ejemplares de las especies que se removerán al llevar a cabo el proyecto y recordando que todas las especies se encuentran representadas en el área de influencia y el sistema ambiental, esto garantiza que con la construcción de este proyecto, no se compromete la biodiversidad.

IV.3.1.2.4.1 ÁREAS DESTINADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En México y el mundo, las estrategias implementadas para proteger a la biodiversidad se han orientado principalmente a dos de sus niveles de estudio: el de especies y el de ecosistemas. La creación de ANP ha sido desde el siglo pasado una de las principales estrategias empleadas en el ámbito global para la conservación de los ecosistemas naturales y sus especies. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados (CONANP, 2012)[xxviii].

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.

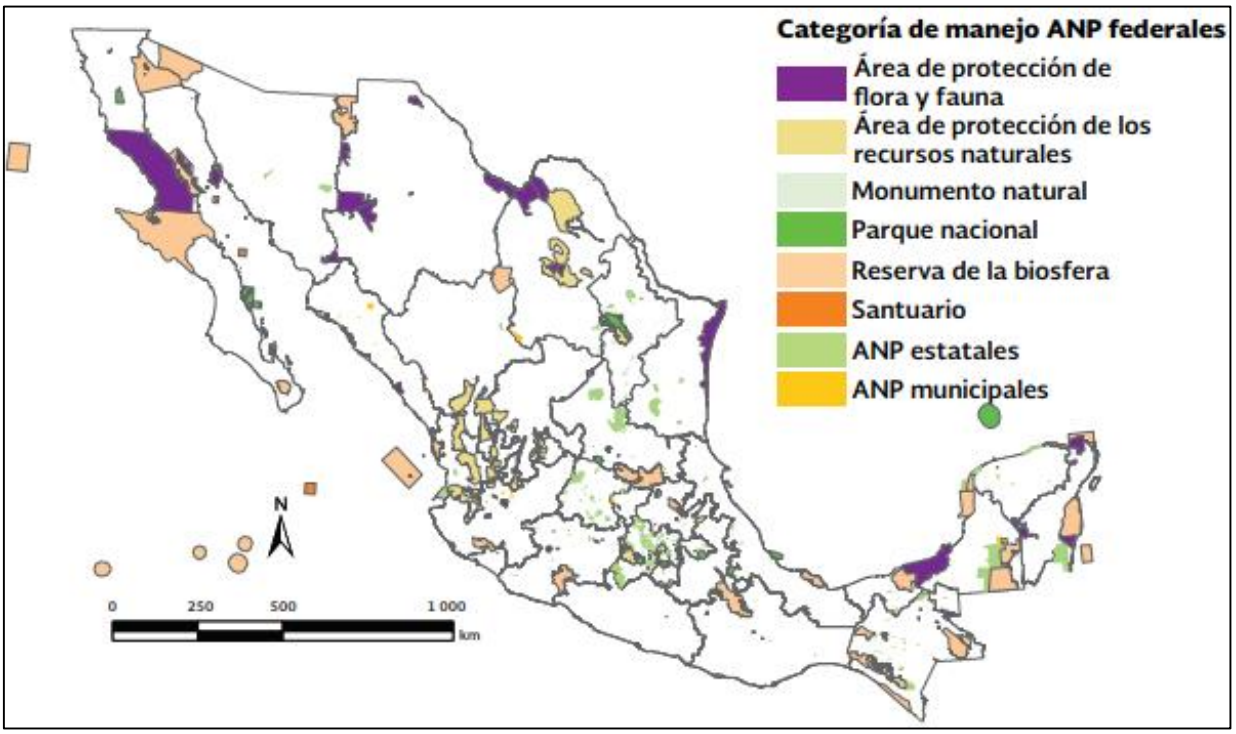


Imagen IV.9. Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales de México, 2009 y 2011[xxix].

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. La Convención considera como

humedales a todas las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o las superficies cubiertas de agua de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Ramsar, 2006)[xxx]. México se adhirió a la Convención el 4 de julio de 1986, en un esfuerzo encaminado a proteger y conservar sus humedales.

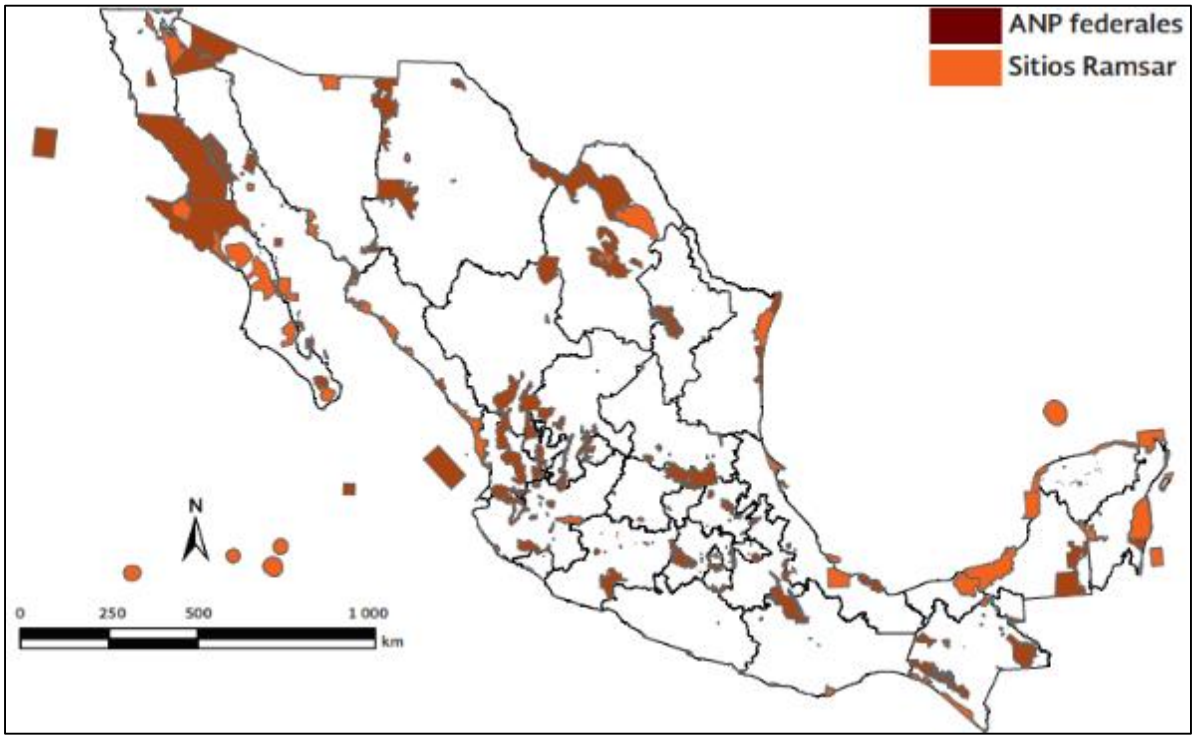


Imagen IV.10. Sitios Ramsar y áreas naturales protegidas federales en México, 2012[xxxi].

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.

Las Ecorregiones Terrestres de México propuestas por INEGI y CONABIO son un insumo de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad para evaluar la diversidad de ecosistemas del país. Las ecorregiones o biorregiones son áreas con características fisiográficas, biológicas e históricas comunes, sustanciales para la planeación de prioridades de conservación en el ámbito global y regional. Las ecorregiones de México se encuentran comprendidas dentro de 14 biomas o regiones globales que representan el hábitat de muchas especies, principalmente aquellas que requieren de zonas amplias para mantener sus poblaciones viables, por ejemplo, depredadores como jaguares, pumas o aves rapaces. El modelo de ecorregiones terrestres de INEGI-CONABIO las divide en cuatro escalas anidadas, que agrupan unidades similares desde el nivel de bioma, como desiertos y bosques, hasta unidades definidas por características geomorfológicas, tipos de vegetación y composición de especies[xxxii].



Imagen IV.11. Ecorregiones terrestres en México[xxxiii].

La riqueza de las aguas marinas y costeras de América del Norte no tiene parangón. Estos ricos repositorios de biodiversidad sustentan nuestra calidad de vida, nuestras economías y buena parte de nuestra identidad cultural. Desde las prolíficas zonas de los Grandes Bancos de Terranova hasta el arrecife de coral mesoamericano, de diversidad excepcional, Canadá, Estados Unidos y México comparten una vasta gama de ecosistemas: una red subcontinental de vida, interconectada, dinámica y maravillosa. Sin embargo, al contemplar la región en su conjunto, esta sorprendente colección de vida marina, ya amenazada por la contaminación procedente de tierra firme, la sobrepesca y las especies invasoras, entre muchos otros factores de deterioro, enfrenta ahora nuevos desafíos derivados de condiciones climáticas que cambian a gran velocidad. Más aún, gran parte del daño ocurre oculto de nuestra mirada, bajo el manto engañoso de la inmutable superficie oceánica[xxxiv].

Las Ecorregiones Marinas pueden contribuir en: apoyar la generación, ejecución y coordinación de mandatos, convenciones, políticas y leyes nacionales e internacionales; respaldar las metas de conservación de los diversos grupos de interés, y proporcionar información a la ciudadanía, organismos no gubernamentales, industrias y gobiernos. Asimismo, tiene la intención de apoyar actividades de investigación, educación y sensibilización, así como de inventario y monitoreo, y otros esfuerzos de planificación. Se espera que las ecorregiones delimitadas sirvan de base para las iniciativas de cooperación de América del Norte en materia de resguardo y manejo ambiental. Además de emplearse como punto de referencia para la realización de evaluaciones periódicas de los ecosistemas y sus hábitats, especies y otros componentes ambientales, la definición de ecorregiones marinas puede también ayudar a precisar zonas representativas y cruciales del medio ambiente marino mediante una red de áreas marinas protegidas y áreas de conservación especiales: a su vez, piedras angulares de las estrategias ecosistémicas de conservación y desarrollo sustentable. A la fecha se han identificado 12 regiones marinas en el mundo subdivididas en 62 provincias marinas, que a su vez incluyen 232 ecorregiones marinas. Las regiones marinas son: Ártico, Atlántico norte templado, Pacífico norte templado, Atlántico tropical, Indo-Pacífico occidental, Indo-Pacífico central, Indo-Pacífico oriental, Pacífico tropical oriental, Sud América templada, Sudáfrica templada, Australasia templada y Océano sur.

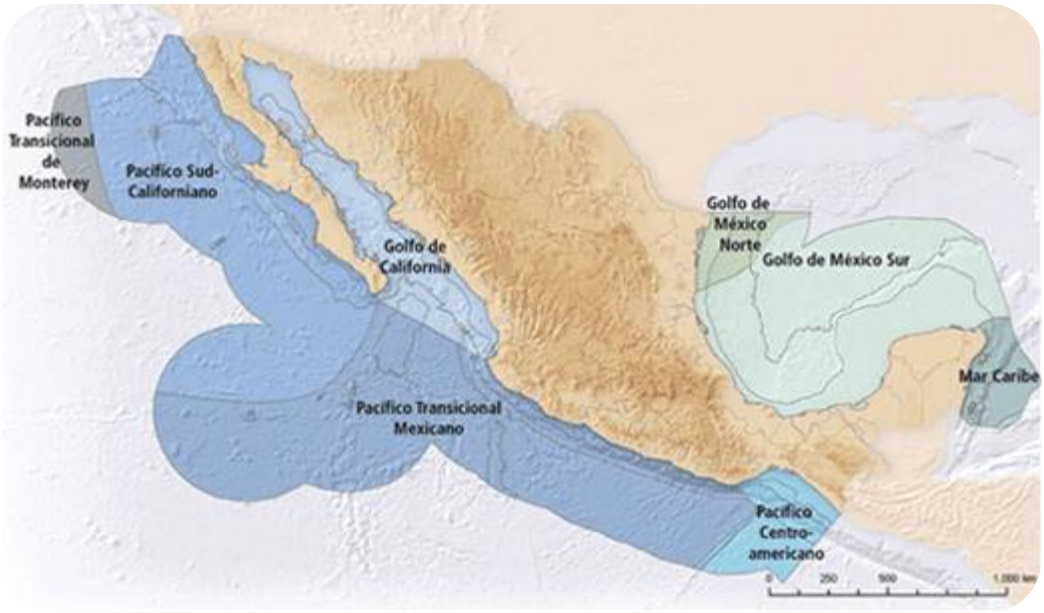


Imagen IV.12. Ecorregiones marinas en México[xxxv].

A continuación, se presenta un plano de las áreas de conservación para cada una de las unidades de análisis, en los cuales se observan a que distancia se encuentra de alguna área destinada para la conservación de la biodiversidad o si está dentro de alguna.

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

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 19.38 km conocida como ***Subcuenca Tecocomulco*** *y a 41.62 km conocida como* ***La Malinche****.*

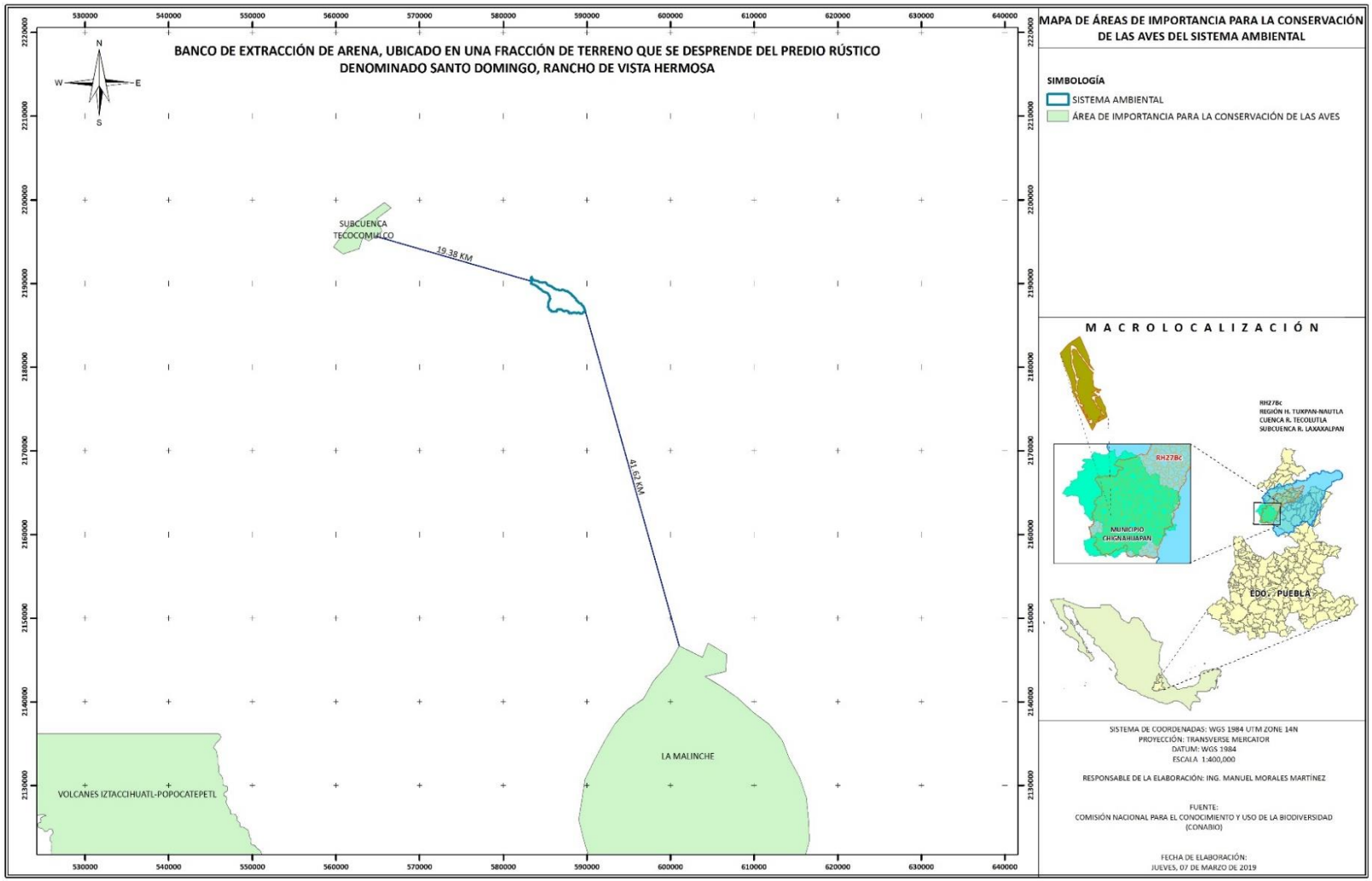


Figura IV.23. AICA'S cercanas a las áreas del SA.

Áreas Naturales Protegidas (ANP) - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 30.22 km conocida como ***Z.P.F.V. La Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa****, a 49.14 km conocida como* ***Xicoténcatl*** *y a 50.70 km conocida como* ***La montaña Malinche o Metlalcuéyatl.***

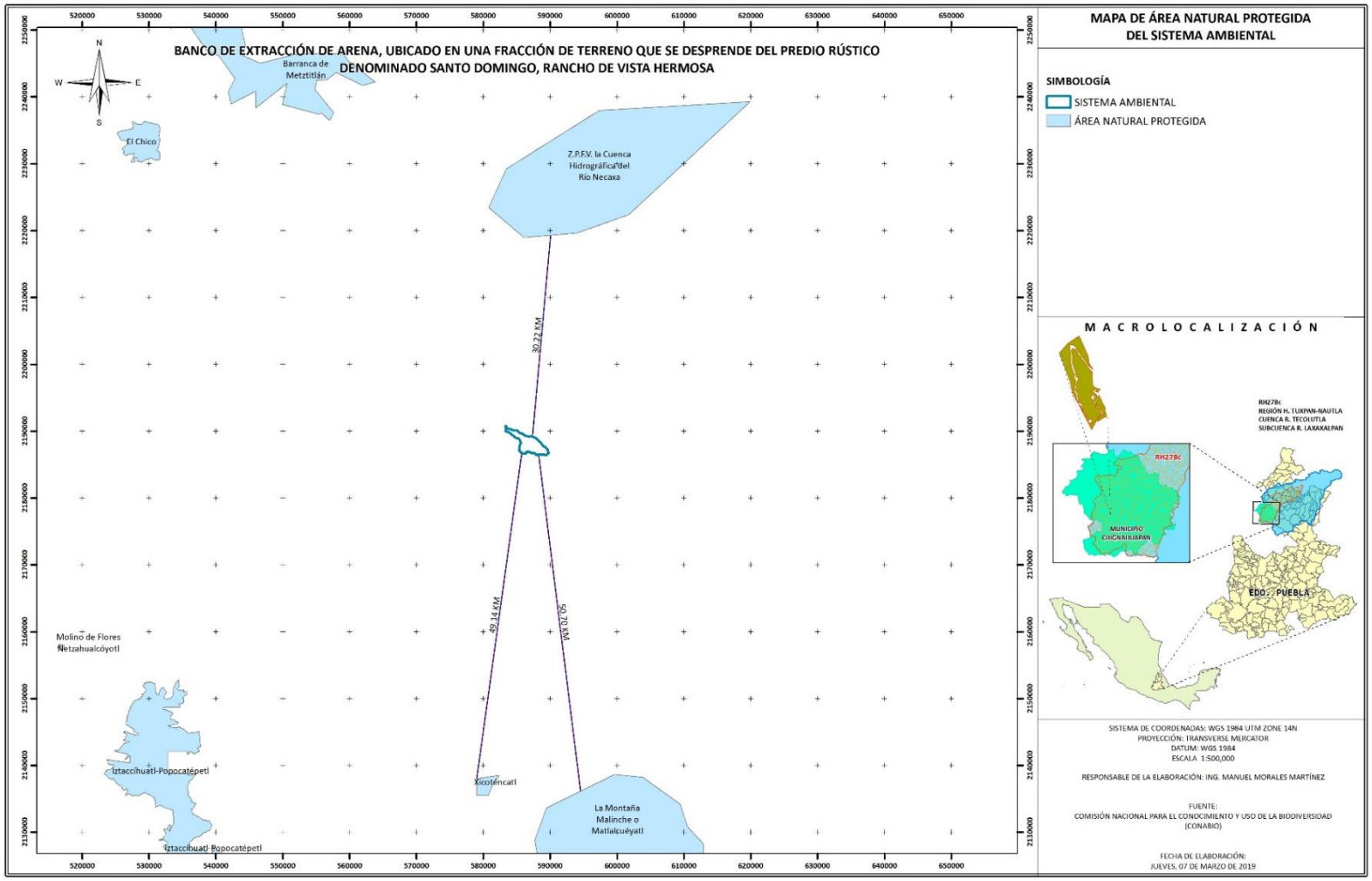


Figura IV.23. ANP'S cercanas a las áreas del SA.

Corredores biológicos - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

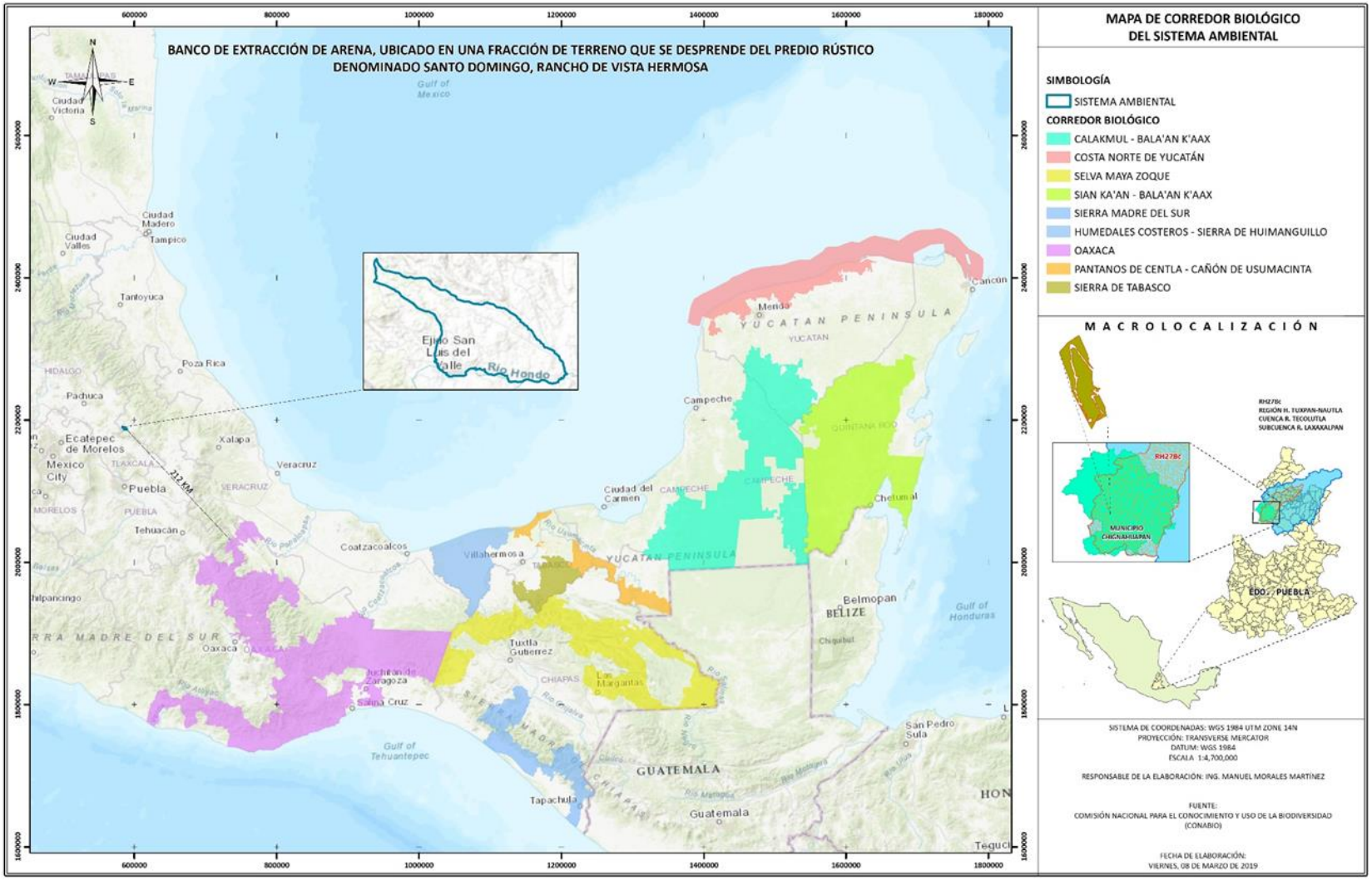


Figura IV.23. Corredores biológicos cercanos a las áreas del SA.

Ecorregiones terrestres de México - SA

Con respecto al SA se encuentra localizada dentro de una 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.*

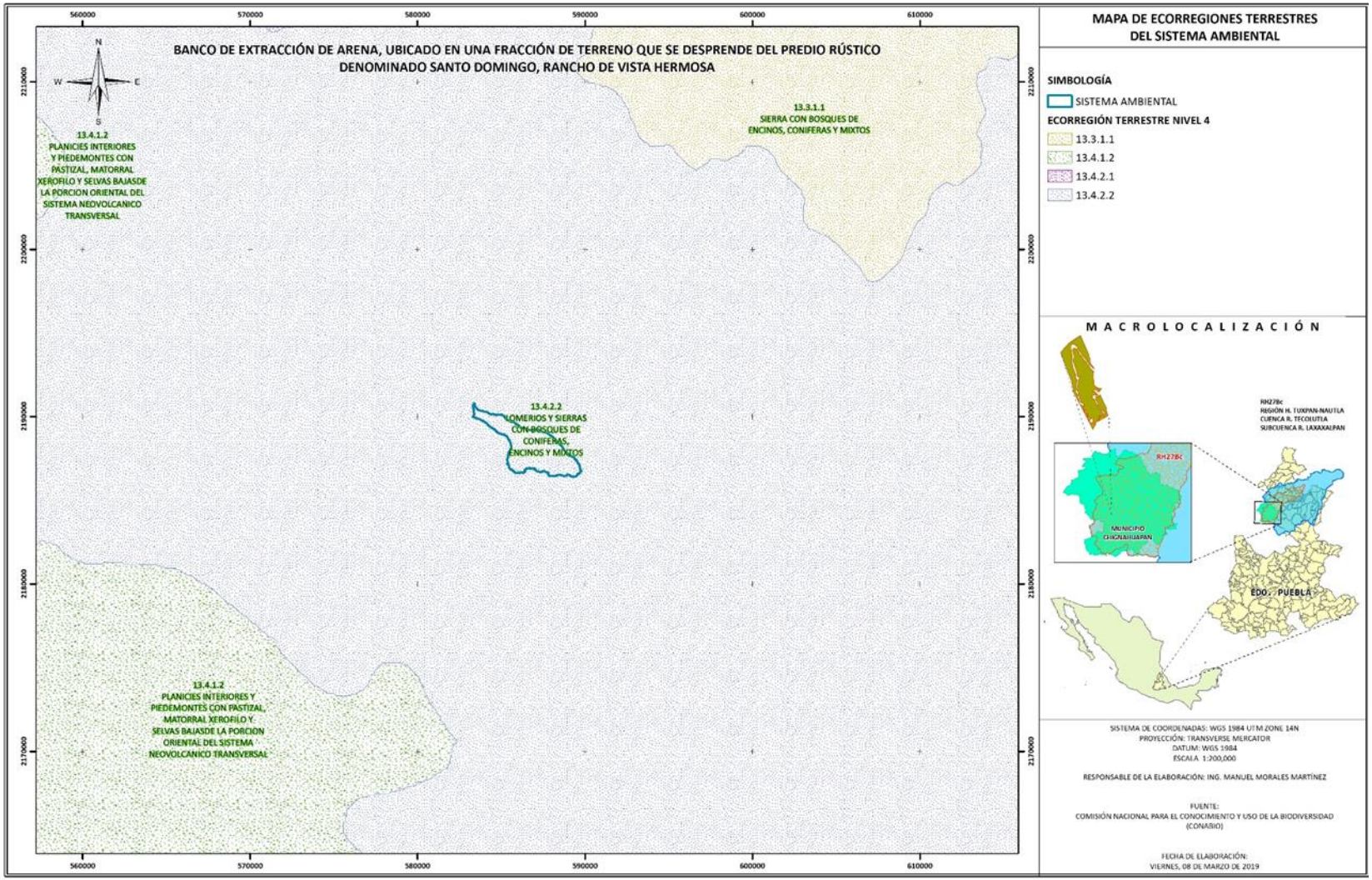


Figura IV.23. Mapa de ubicación de las áreas del SA dentro de las Ecorregiones 13.3.1.1 y 13.4.2.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 141.63 km conocida como ***Nerítica Veracruzana*** *con numeral 14.1.1.*

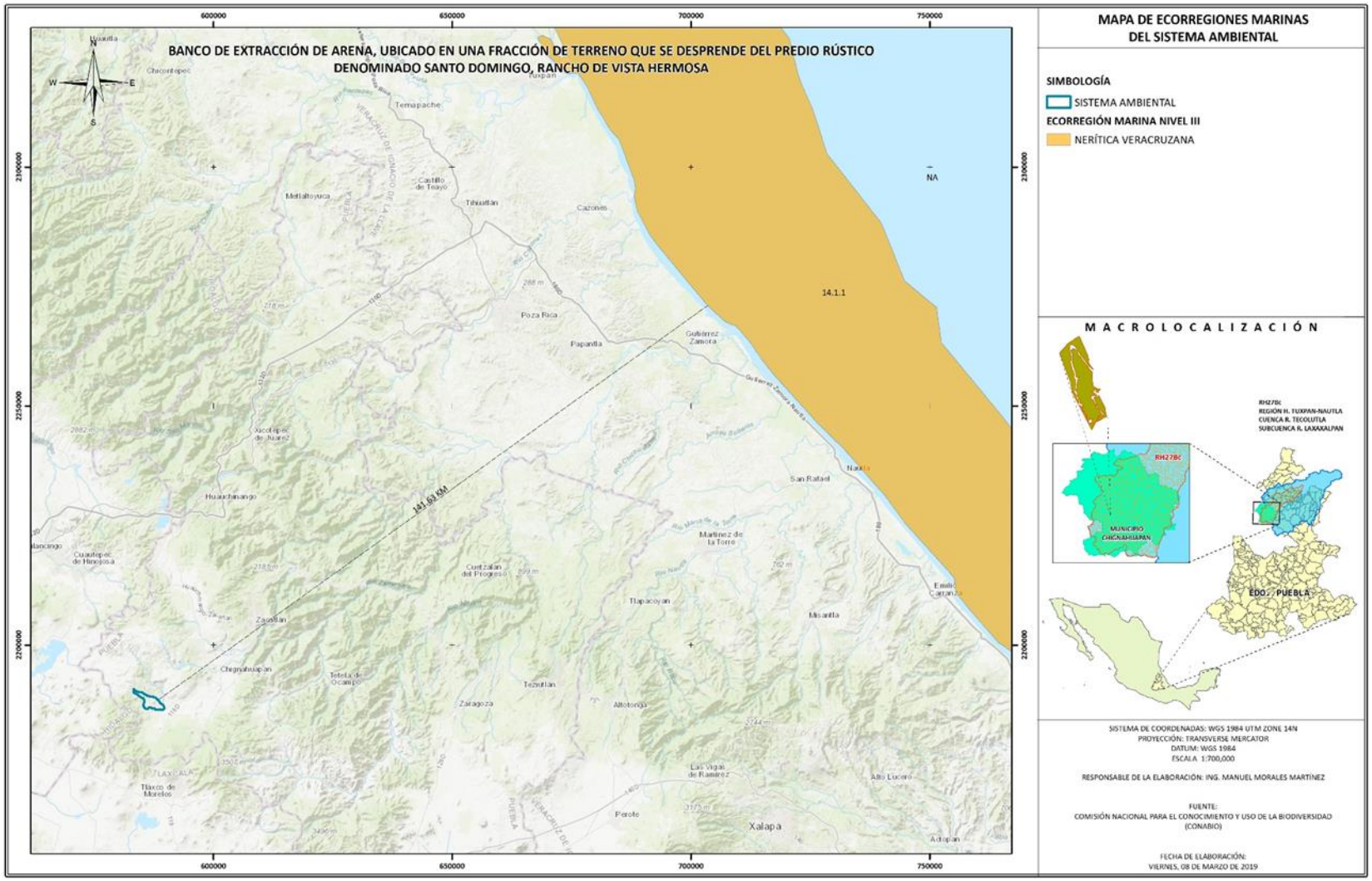


Figura IV.23. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas a las áreas del SA.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) - SA

*Con respecto al SA se encuentra localizada dentro de una RHP, la cual lleva por nombre **Río Tecolutla**.*

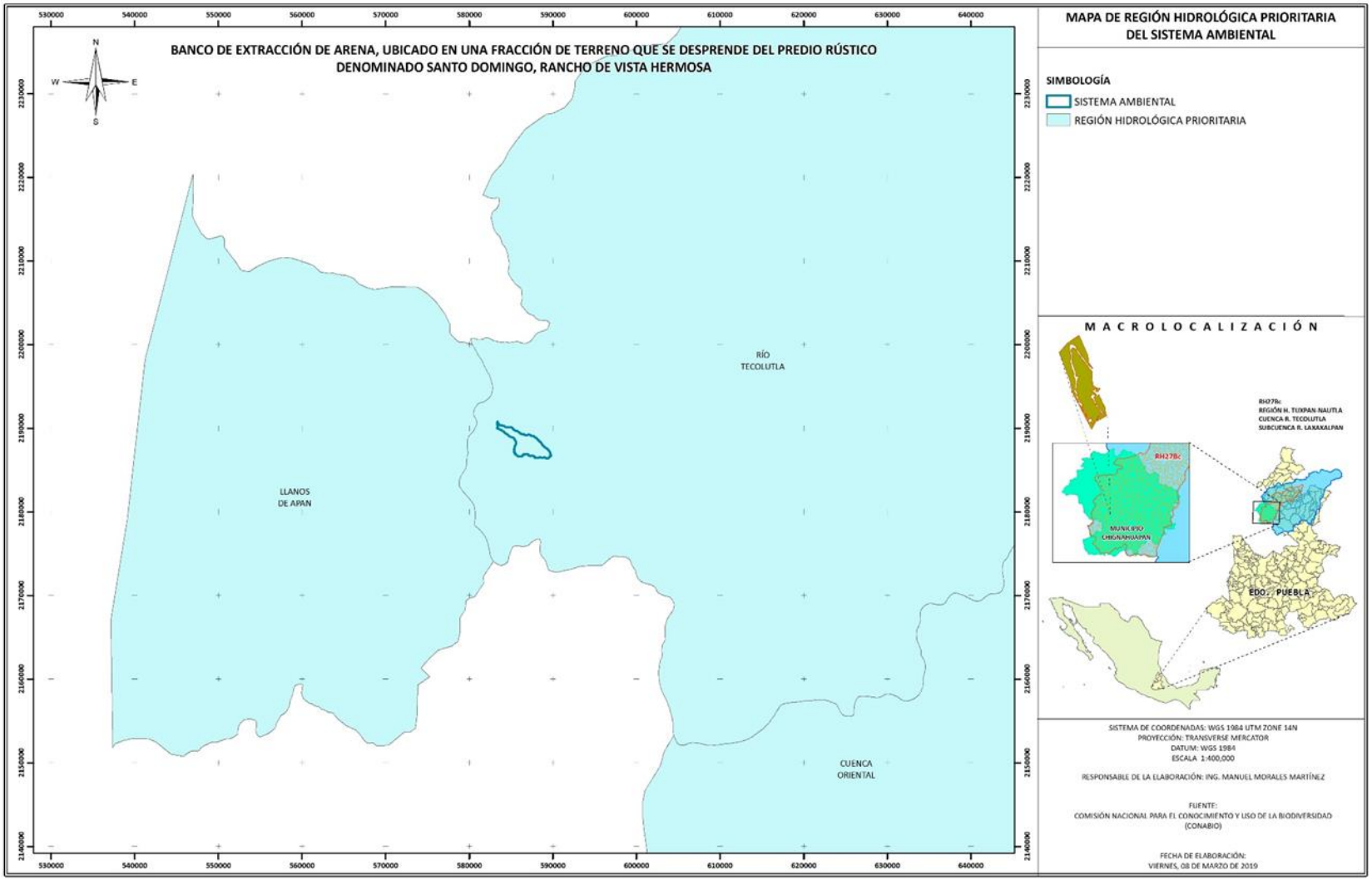


Figura IV.23. Mapa de ubicación de las áreas del SA dentro de la RHP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ninguna RTP las más cercanas se encuentra a 16.44 km conocida como ***Bosque Mesófilos de la sierra madre oriental****, a 49.55 km conocida como* ***Sierra nevada*** *y a 54.54 km conocida como* ***Cuetzalan.***

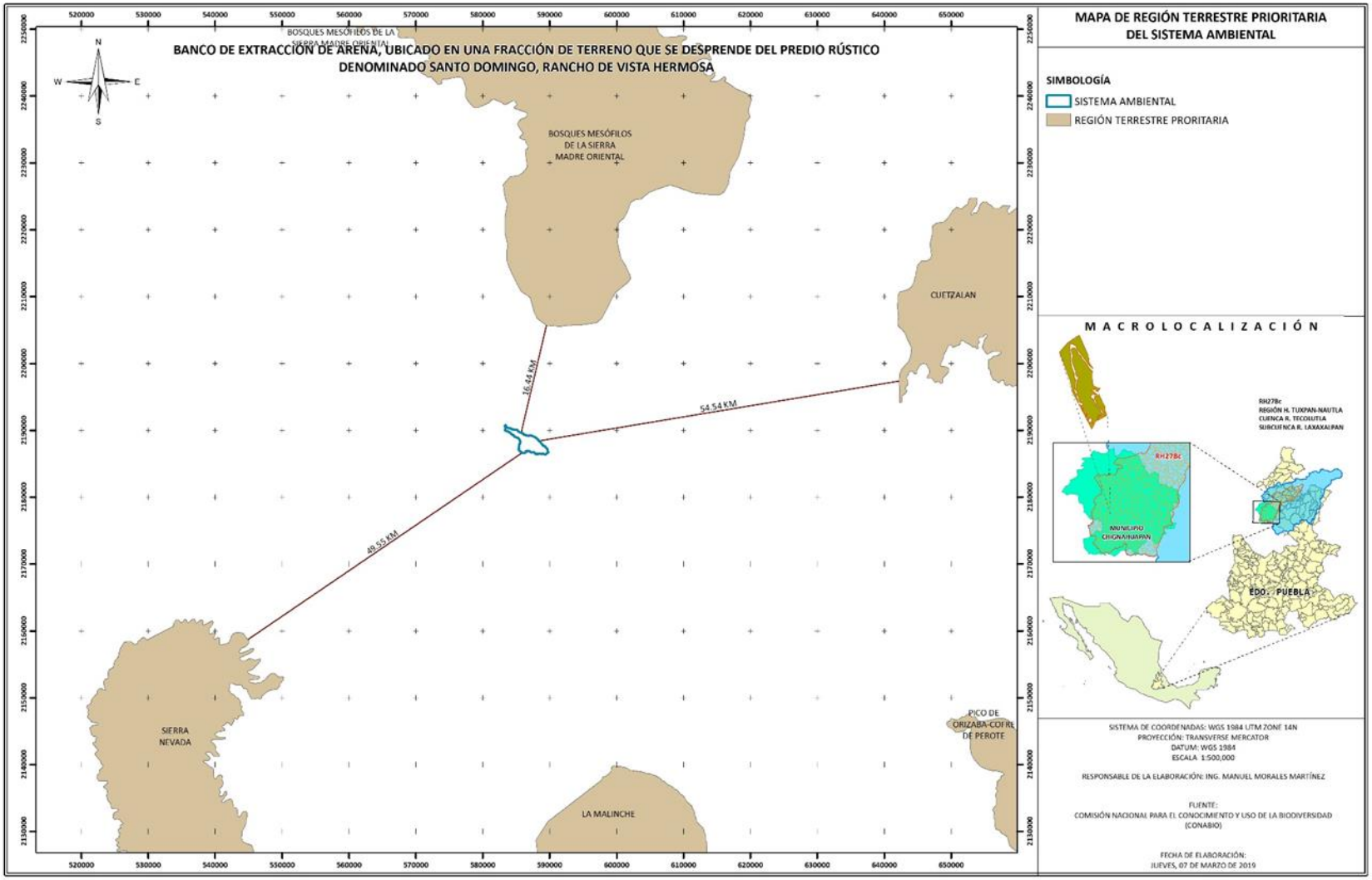


Figura IV.23. RTP'S cercanas a las áreas del SA.

Sitios RAMSAR - SA

Con respecto al SA no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; el más cercano se encuentra a 17.46 km conocida como ***Laguna de Tecocomulco*** *y a 21.48 km conocida como* ***Presa de Atlangatepec****.*

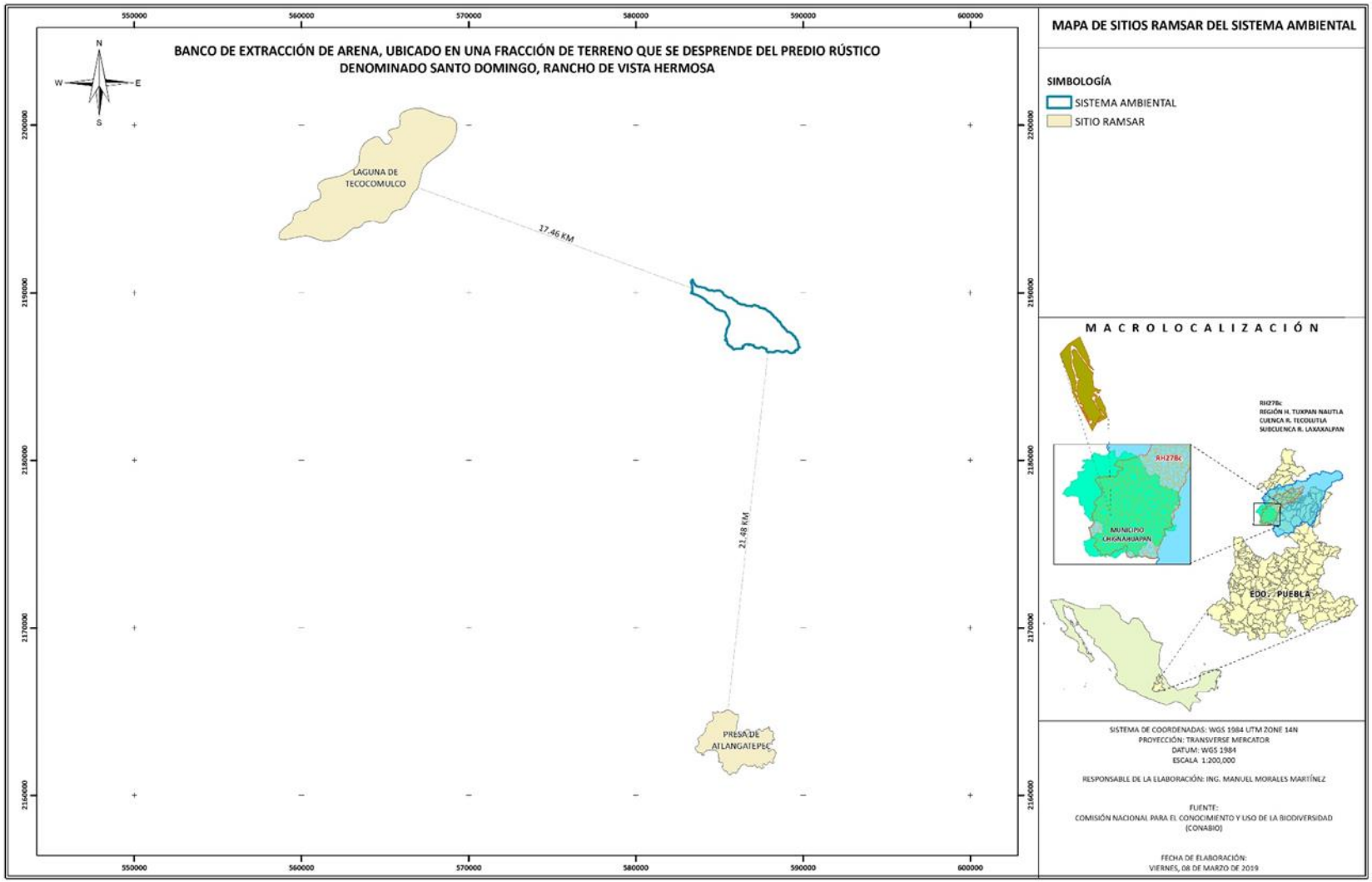


Figura IV.23. Sitios Ramsar cercanas a las áreas del SA.

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

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 22.26 km conocida como ***Subcuenca Tecocomulco*** *y a 42.35 km conocida como* ***La Malinche****.*

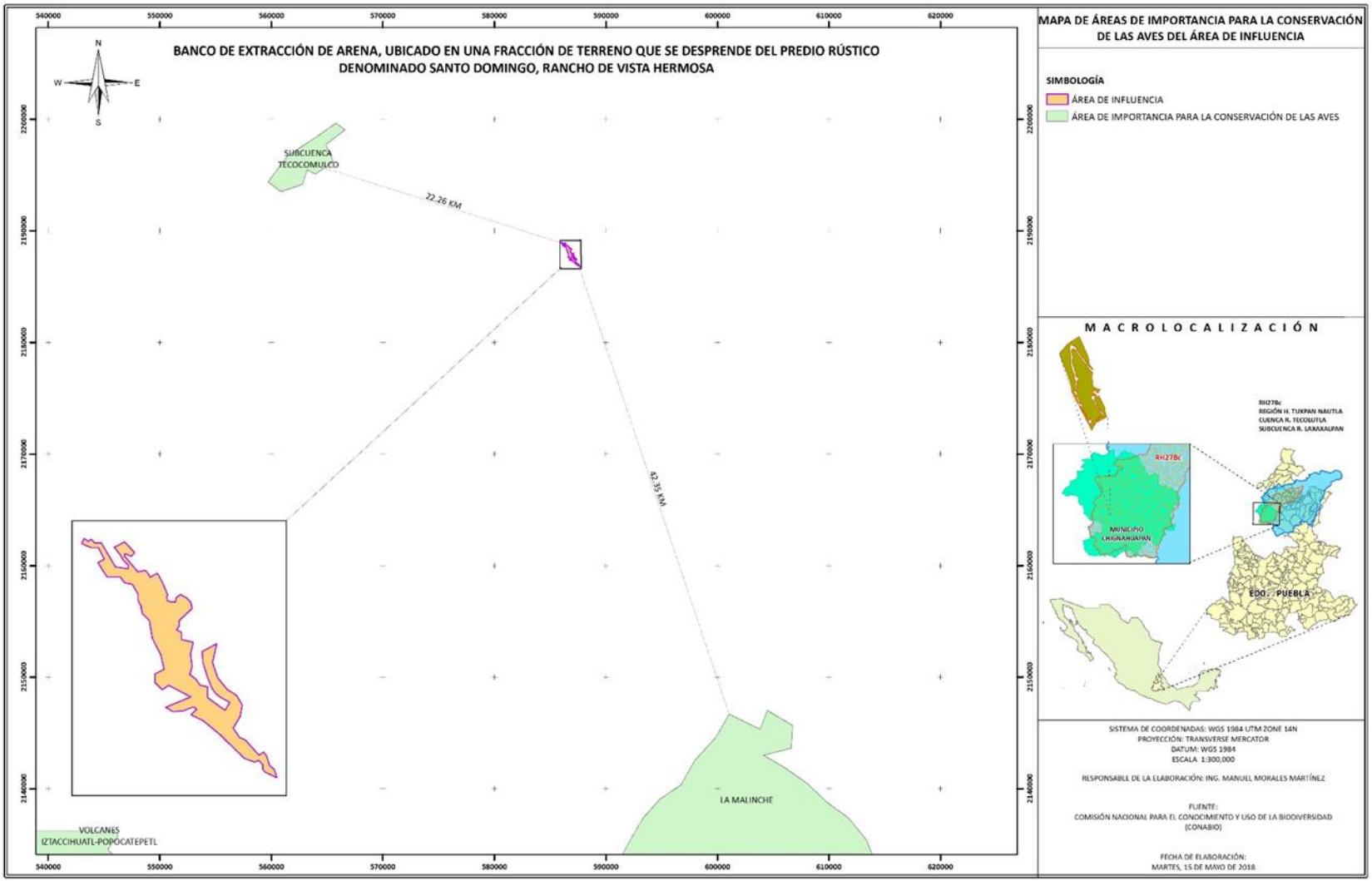


Figura IV.23. AICA'S cercanas a las áreas del AI.

Áreas Naturales Protegidas (ANP) - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 30.56 km conocida como ***Z.P.F.V. La Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa****, a 49.97 km conocida como* ***Xicoténcatl*** *y a 51.09 km conocida como* ***La montaña Malinche o Metlalcuéyatl.***

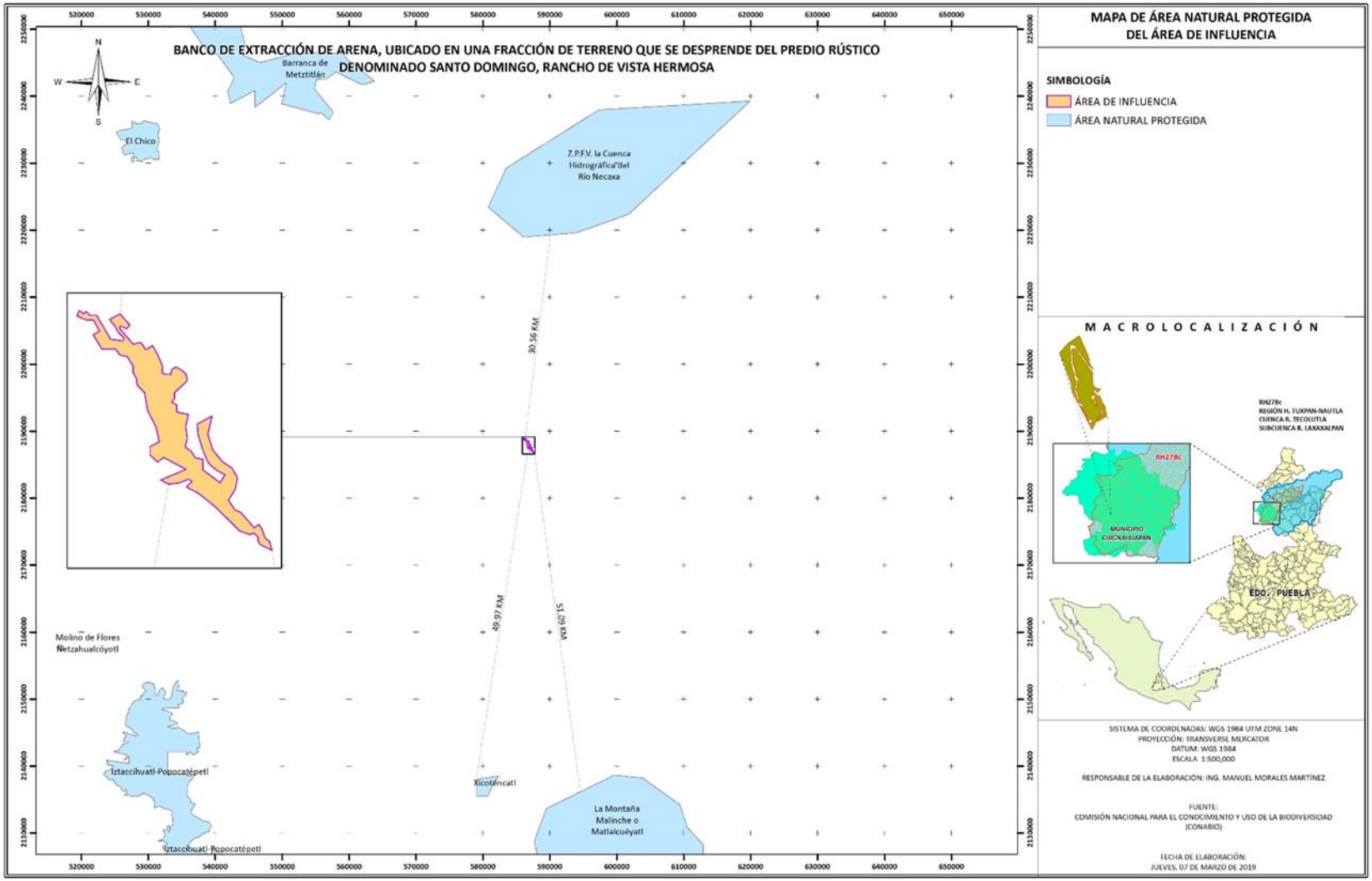


Figura IV.23. ANP'S cercanas a las áreas del AI.

Corredores biológicos - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

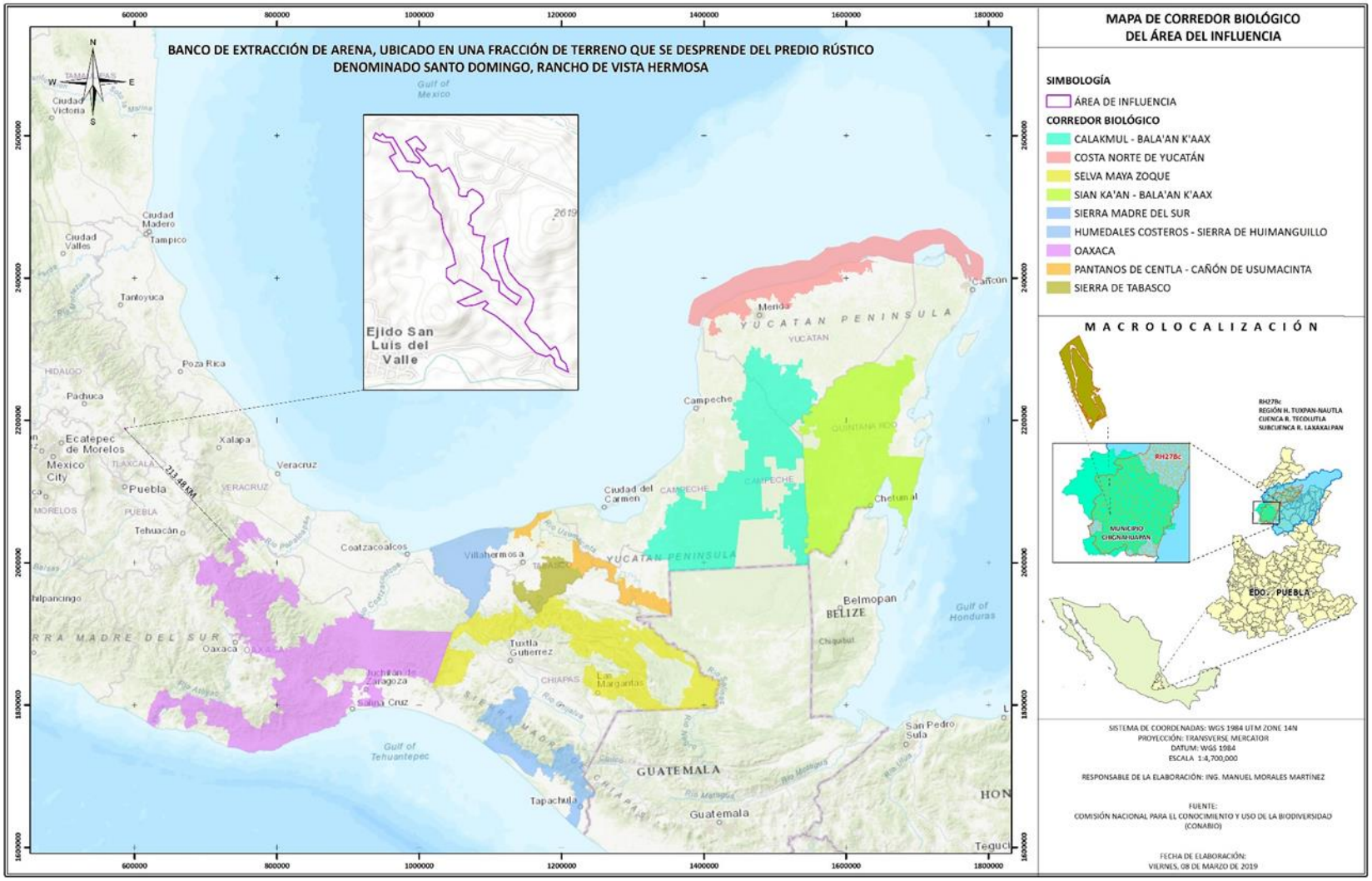


Figura IV.23. Corredores biológicos cercanos a las áreas del AI.

Ecorregiones terrestres de México - AI

Con respecto al AI se encuentra localizada dentro de una 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.*

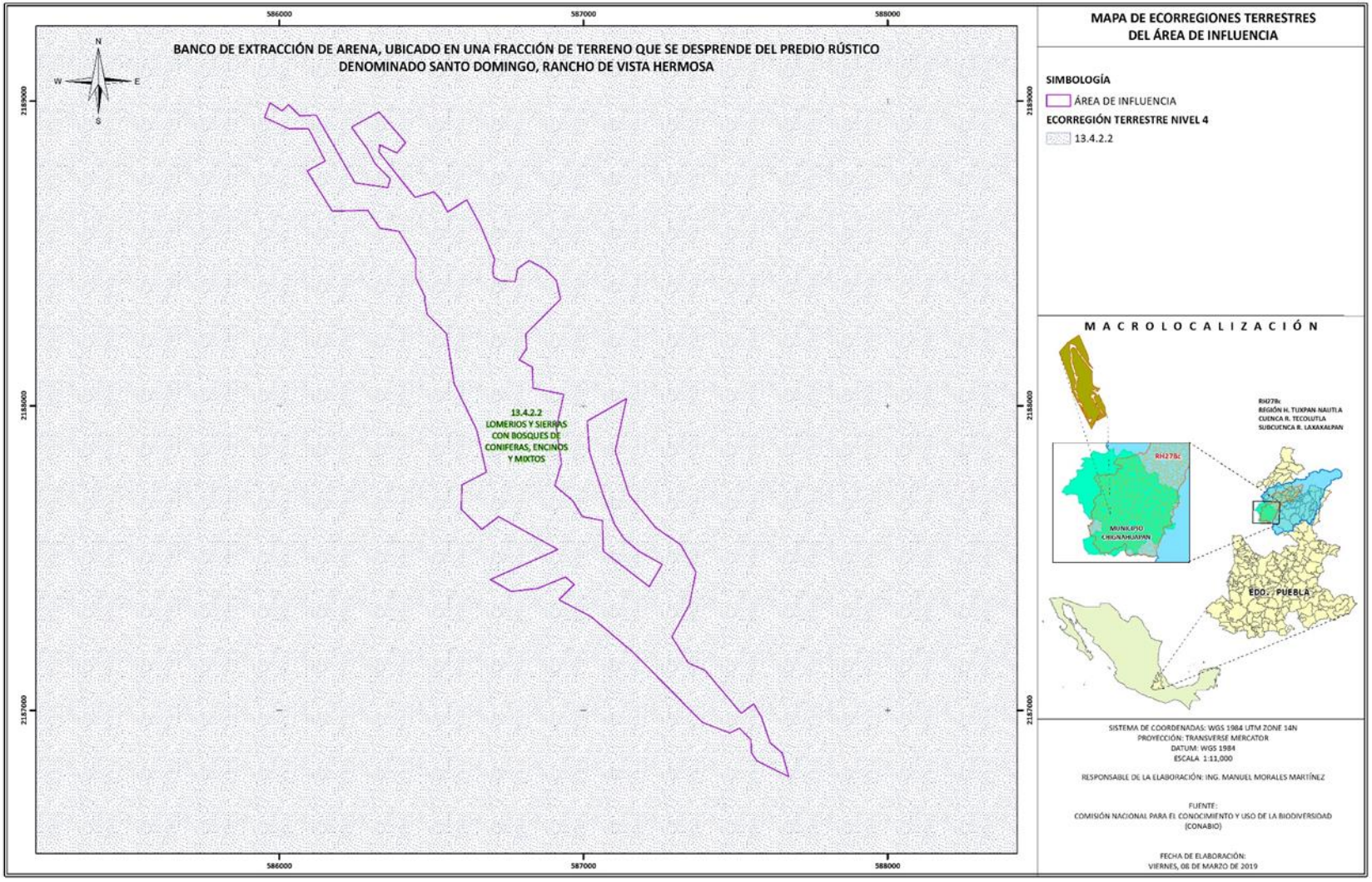


Figura IV.23. Mapa de ubicación de las áreas del AI dentro de las Ecorregiones 13.3.1.1 y 13.4.2.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 142.89 km conocida como ***Nerítica Veracruzana*** *con numeral 14.1.1.*

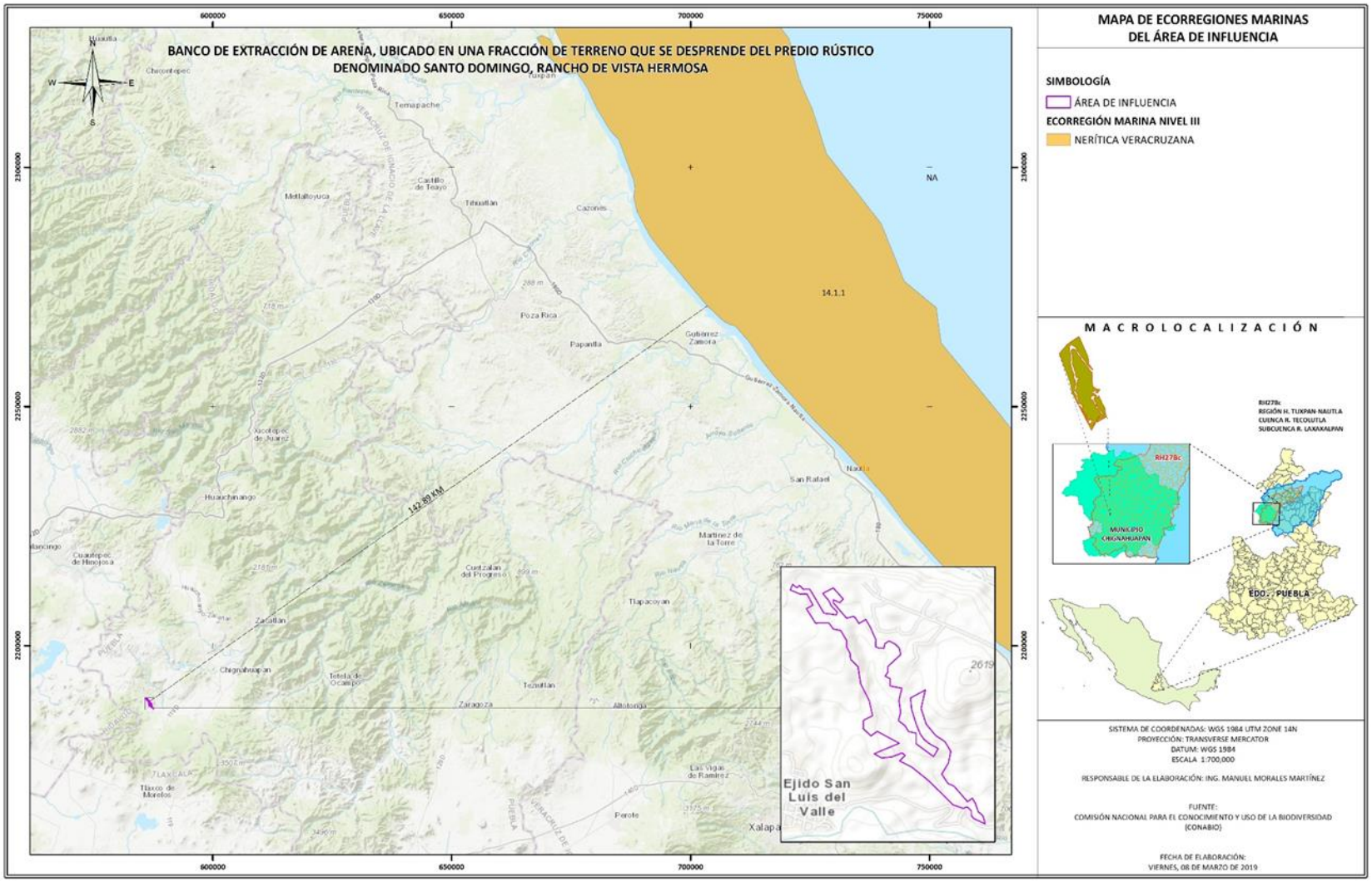


Figura IV.23. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas a las áreas del AI.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) - AI

*Con respecto al AI se encuentra localizada dentro de una RHP, la cual lleva por nombre **Río Tecolutla**.*

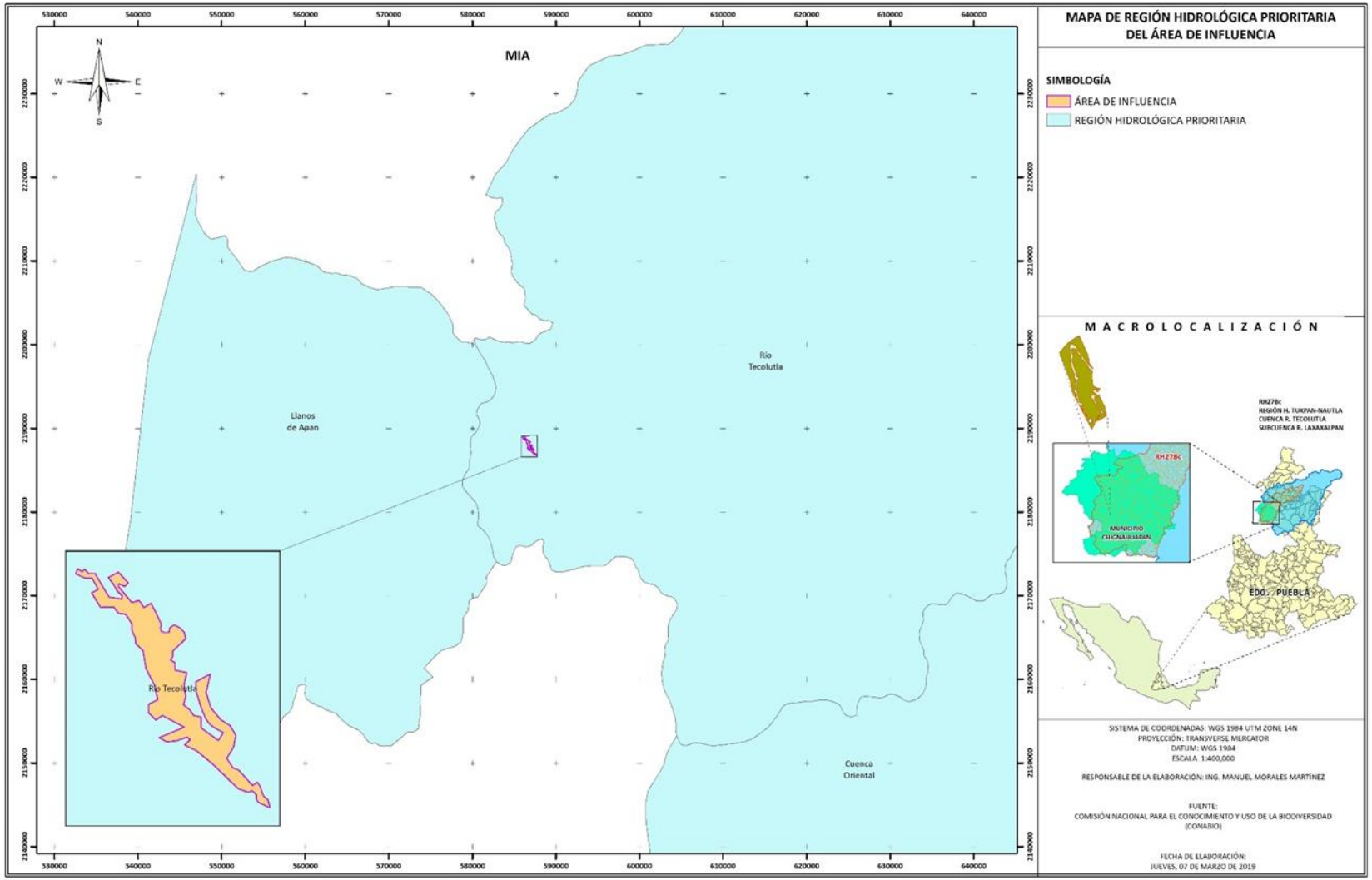


Figura IV.23. Mapa de ubicación de las áreas del AI dentro de la RHP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentra a 17.06 km conocida como ***Bosque Mesófilos de la sierra madre oriental****, a 50.73 km conocida como* ***Sierra nevada*** *y a 55.77 km conocida como* ***Cuetzalan.***

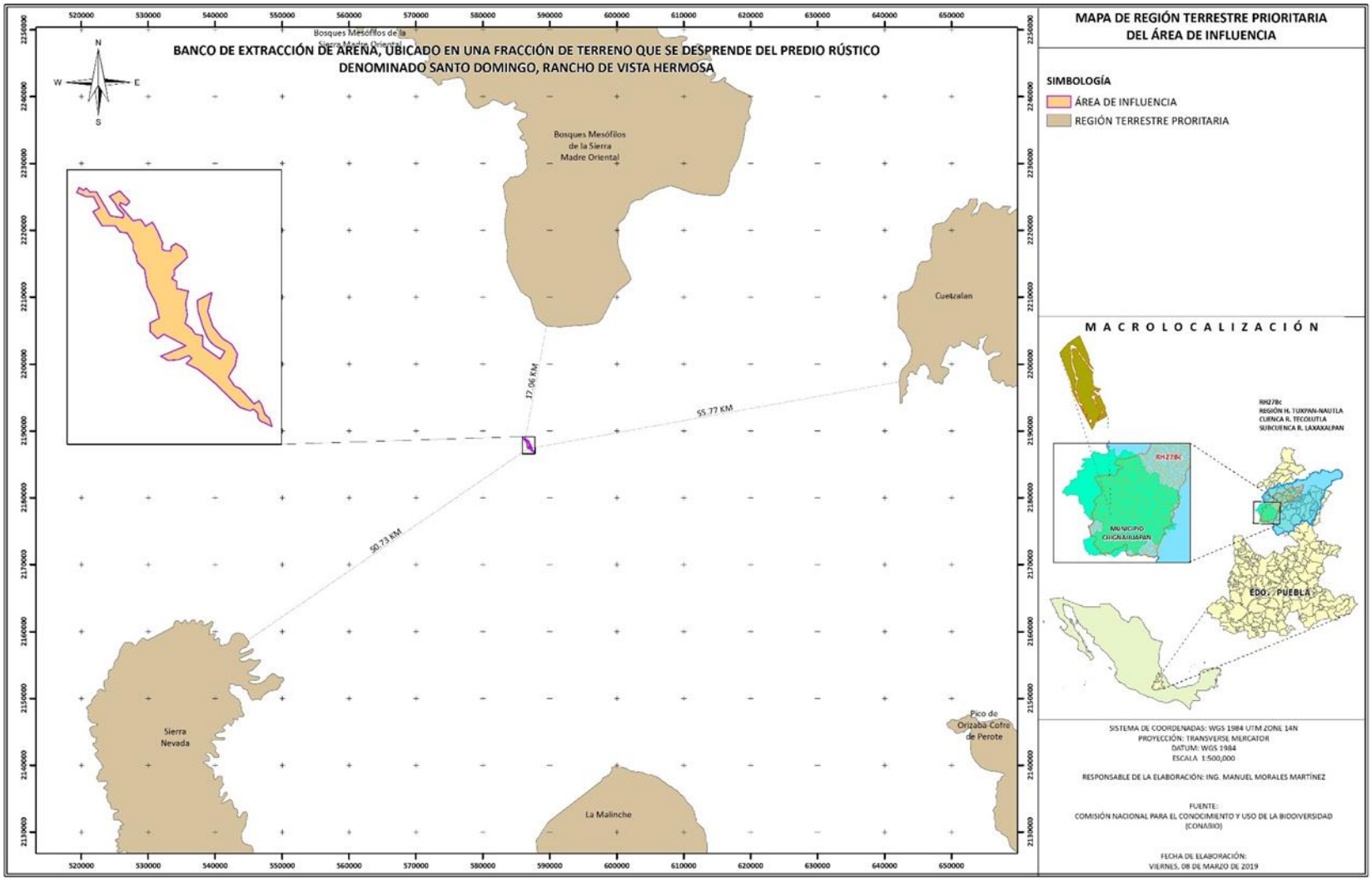


Figura IV.23. RTP'S cercanas a las áreas del AI.

Sitios RAMSAR - AI

Con respecto al AI no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; el más cercano se encuentra a 20.26 km conocida como ***Laguna de Tecocomulco*** *y a 21.92 km conocida como* ***Presa de Atlangatepec****.*

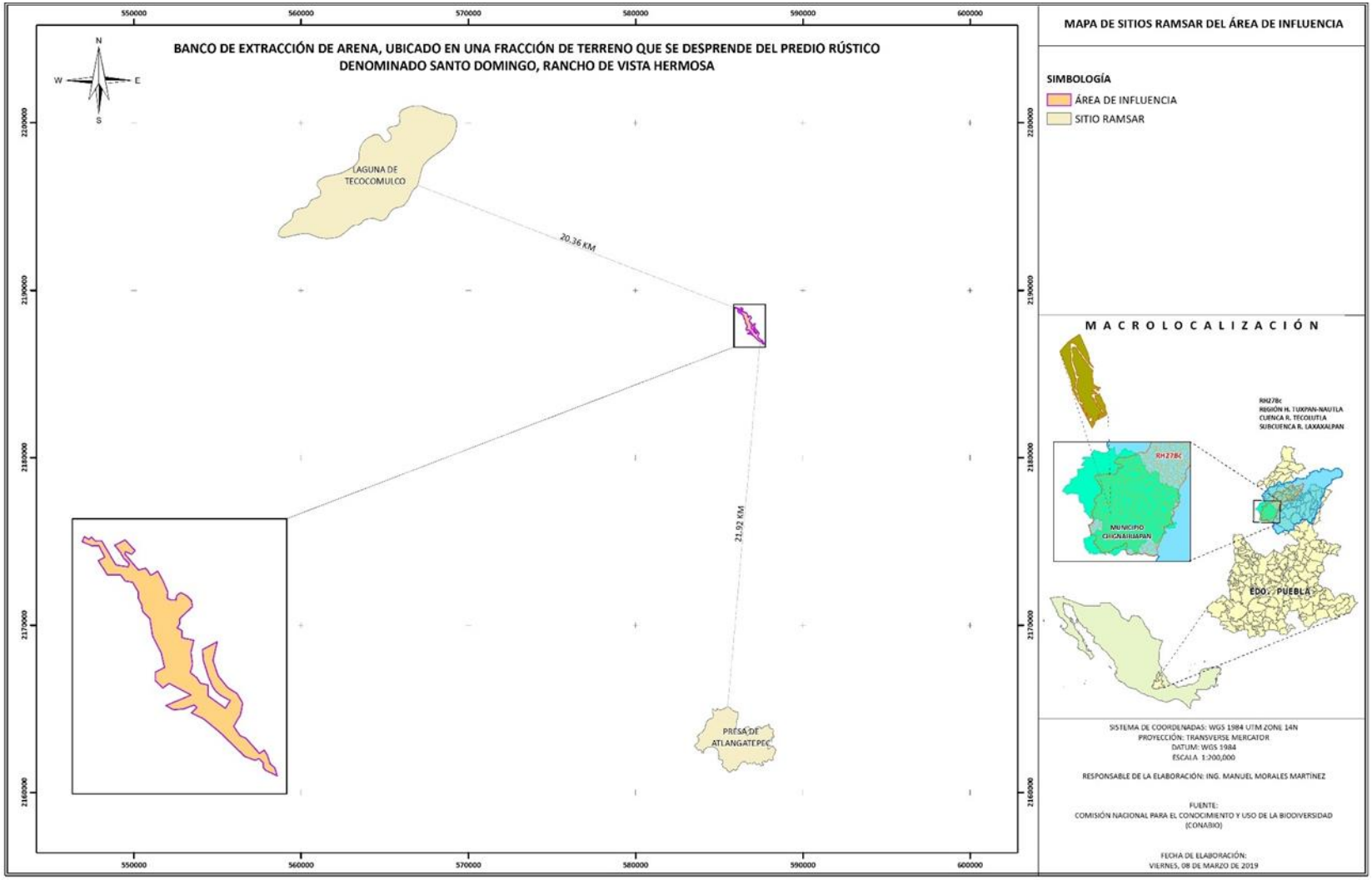


Figura IV.23. Sitios Ramsar cercanas a las áreas del AI.

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

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna AICA; las más cercanas se encuentran a 23.04 km conocida como ***Subcuenca Tecocomulco*** *y a 43.99 km conocida como* ***La Malinche****.*

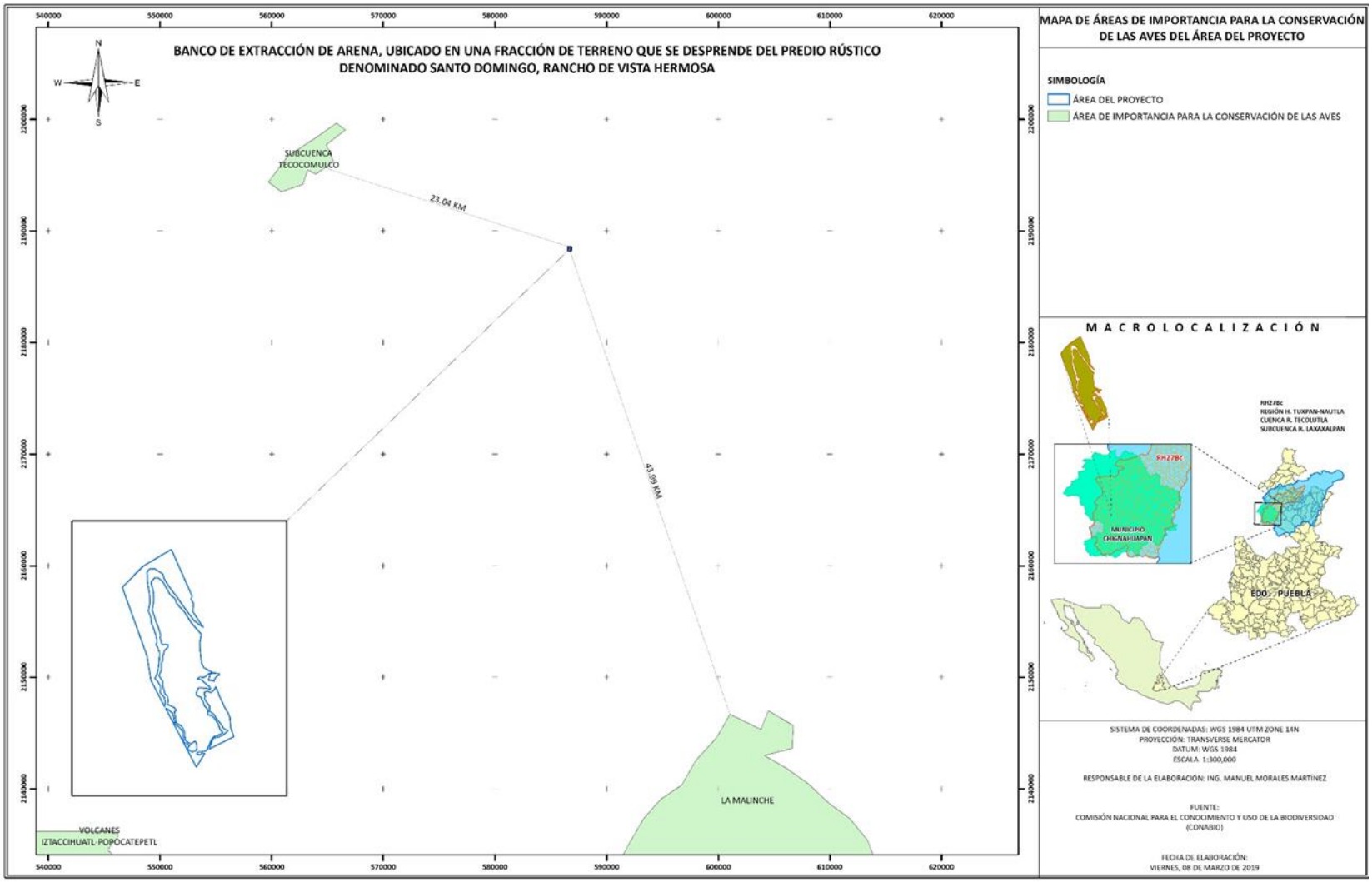


Figura IV.23. AICA'S cercanas a las áreas del AP.

Áreas Naturales Protegidas (ANP) - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ANP; las más cercanas se encuentra a 30.90 km conocida como ***Z.P.F.V. La Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa****, a 50.94 km conocida como* ***Xicoténcatl*** *y a 52.74 km conocida como* ***La montaña Malinche o Metlalcuéyatl****.*

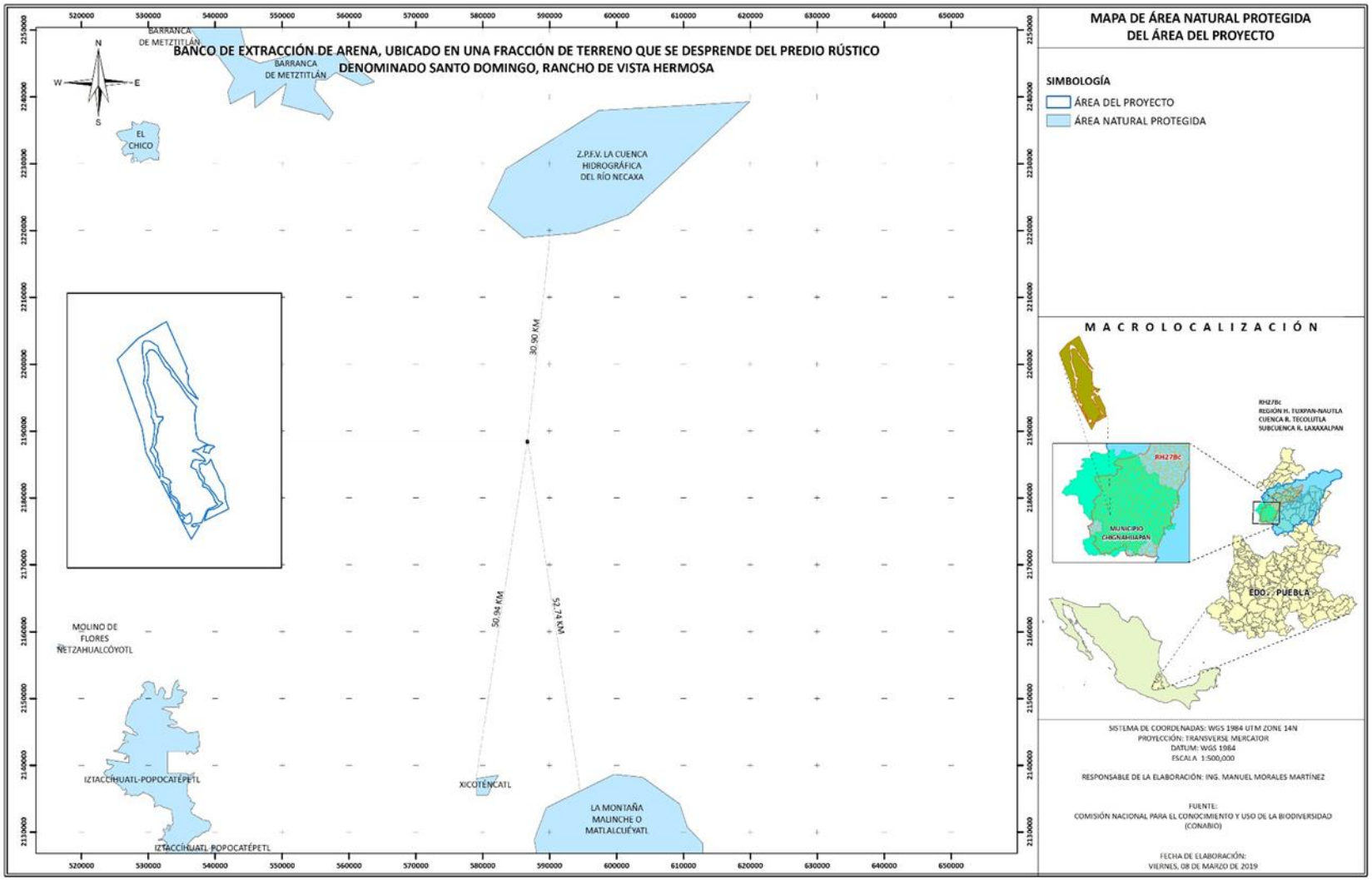


Figura IV.23. ANP'S cercanas a las áreas del AP.

Corredores biológicos - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún corredor biológico como se puede apreciar a continuación.

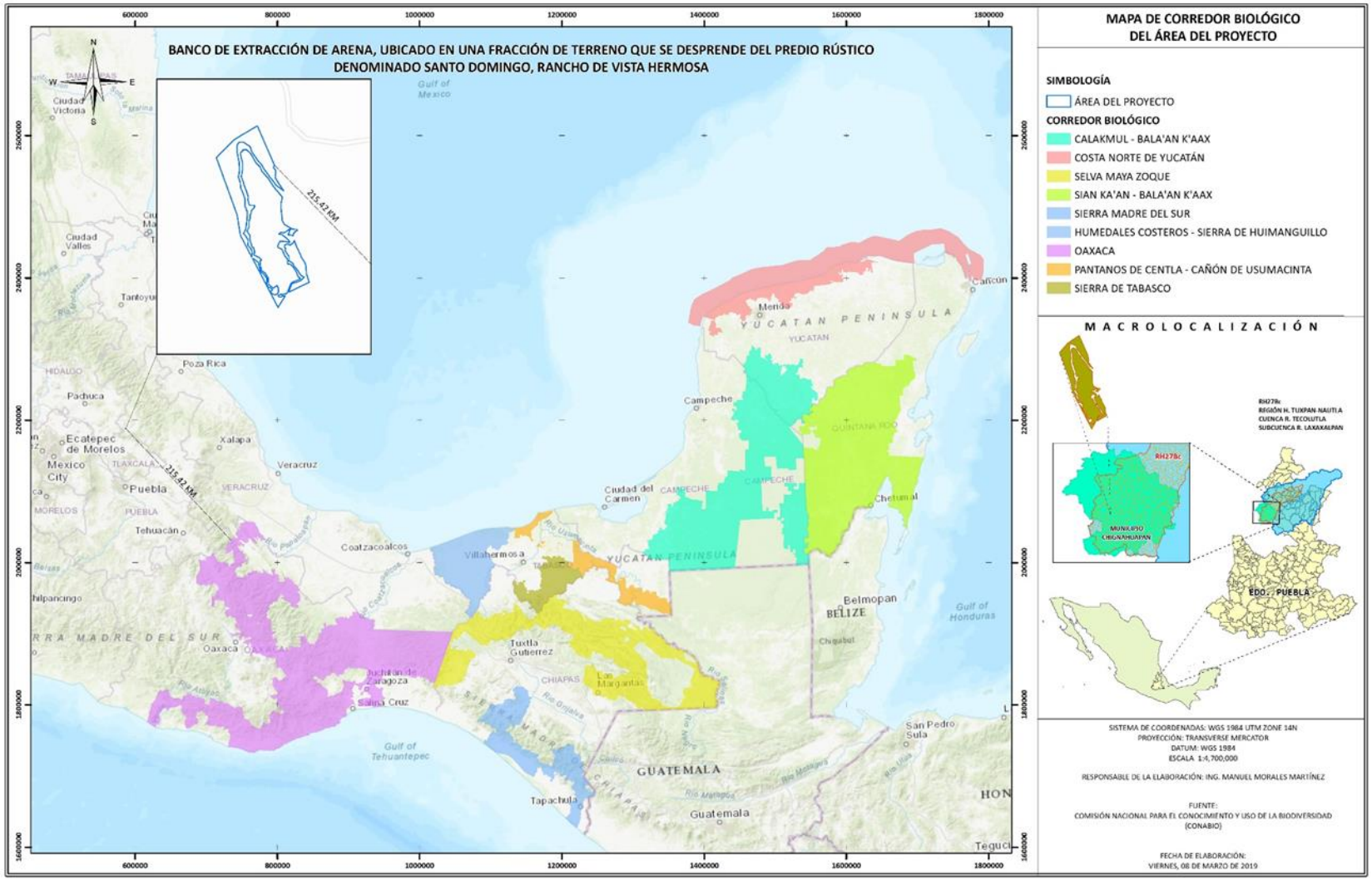


Figura IV.23. Corredores biológicos cercanos a las áreas del AP.

Ecorregiones terrestres de México - AP

Con respecto al AP se encuentra localizada dentro de una 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.*

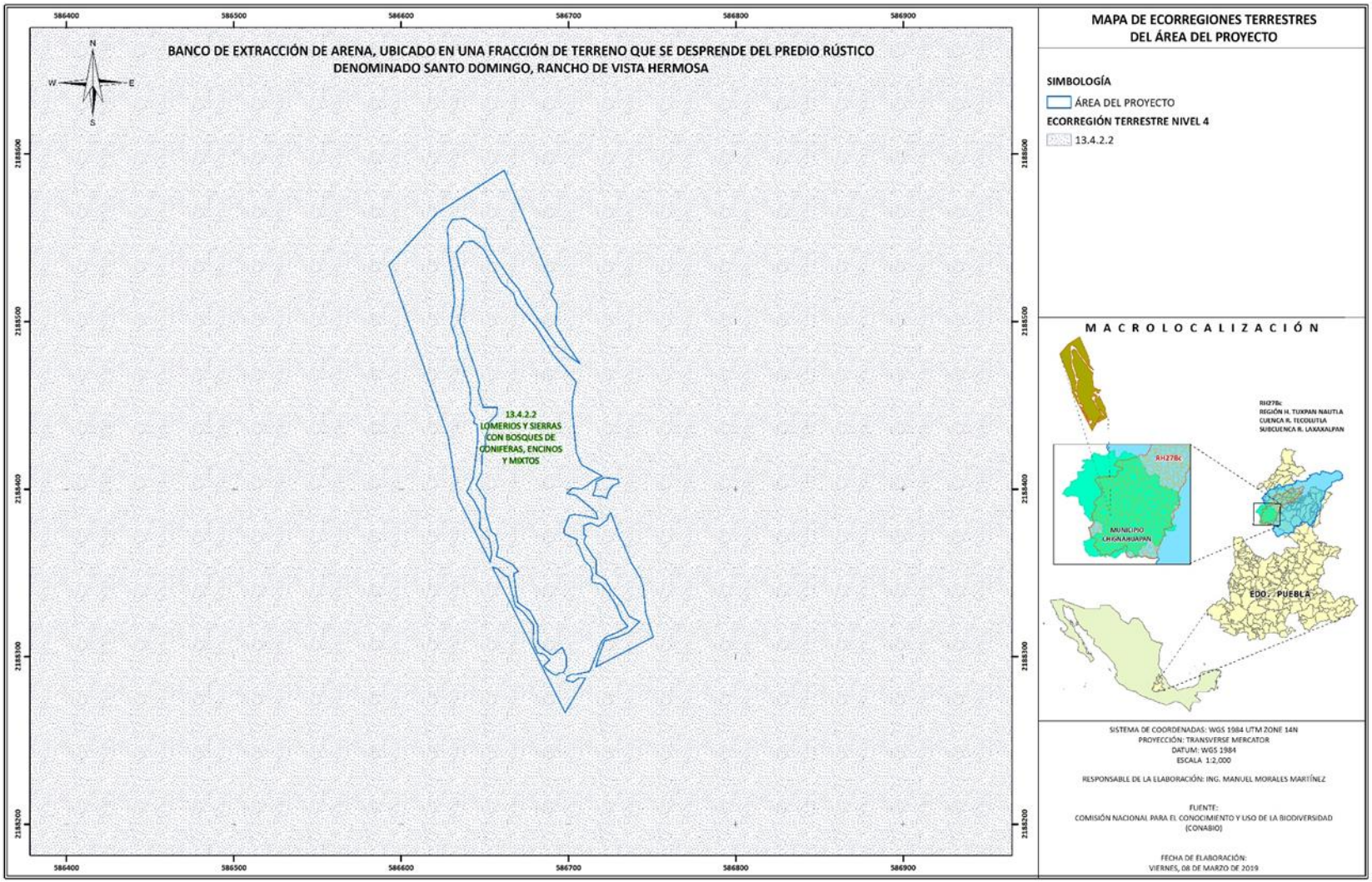


Figura IV.23. Mapa de ubicación de las áreas del AP dentro de las Ecorregiones 13.3.1.1 y 13.4.2.2.

Ecorregiones marinas de América del Norte - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna ecorregión marina de América del Norte; la más cercana se encuentra a 143.01 km conocida como ***Nerítica Veracruzana*** *con numeral 14.1.1.*

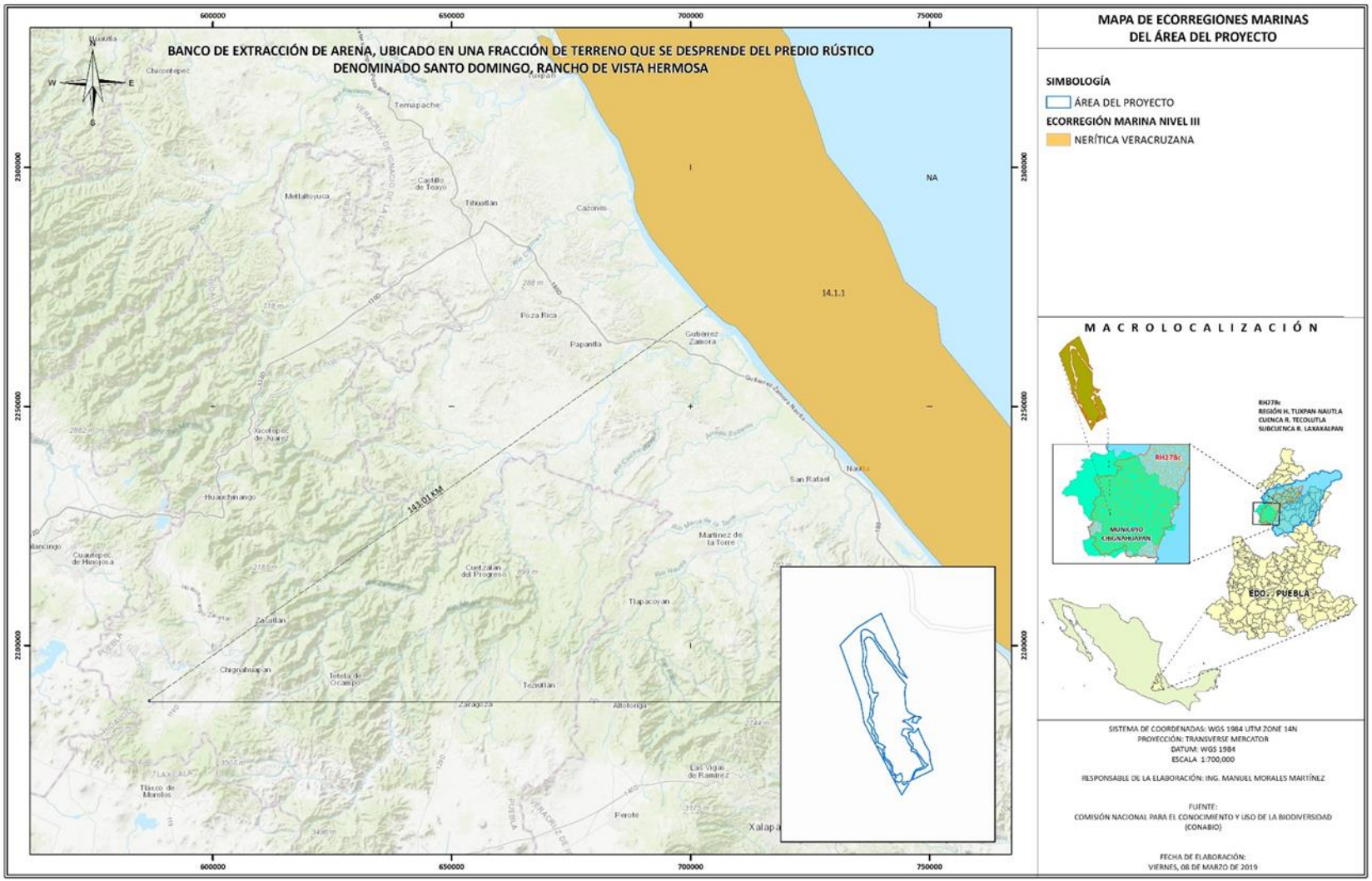


Figura IV.23. Ecorregiones marinas de América del Norte cercanas a las áreas del AP.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) - AP

*Con respecto al AP se encuentra localizada dentro de una RHP, la cual lleva por nombre **Río Tecolutla**.*

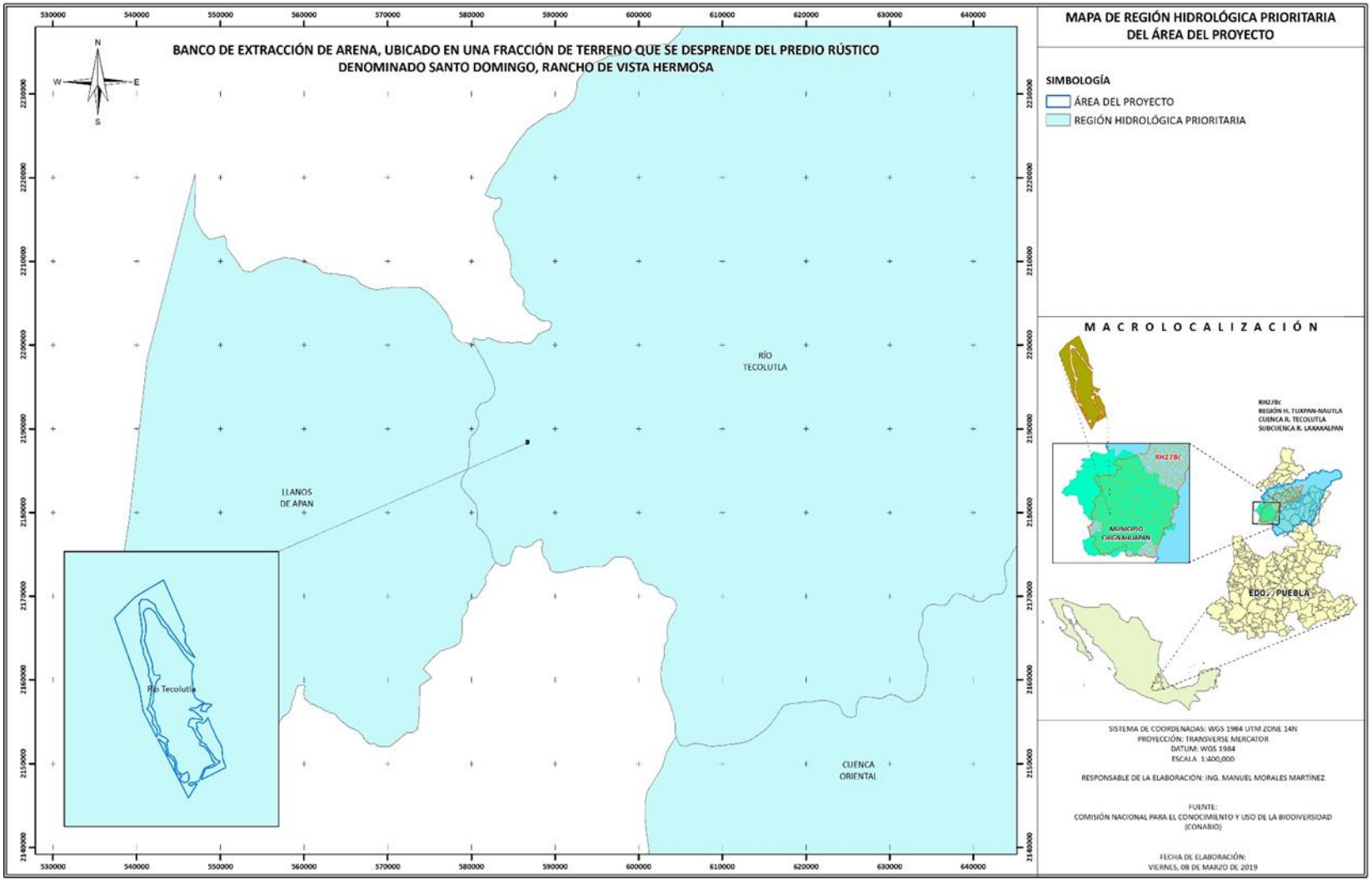


Figura IV.23. Mapa de ubicación de las áreas del AP dentro de la RHP.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ninguna RTP; las más cercanas se encuentra a 17.33 km conocida como ***Bosque Mesófilos de la sierra madre oriental****, a 51.18 km conocida como* ***Sierra nevada*** *y a 56.23 km conocida como* ***Cuetzalan****.*

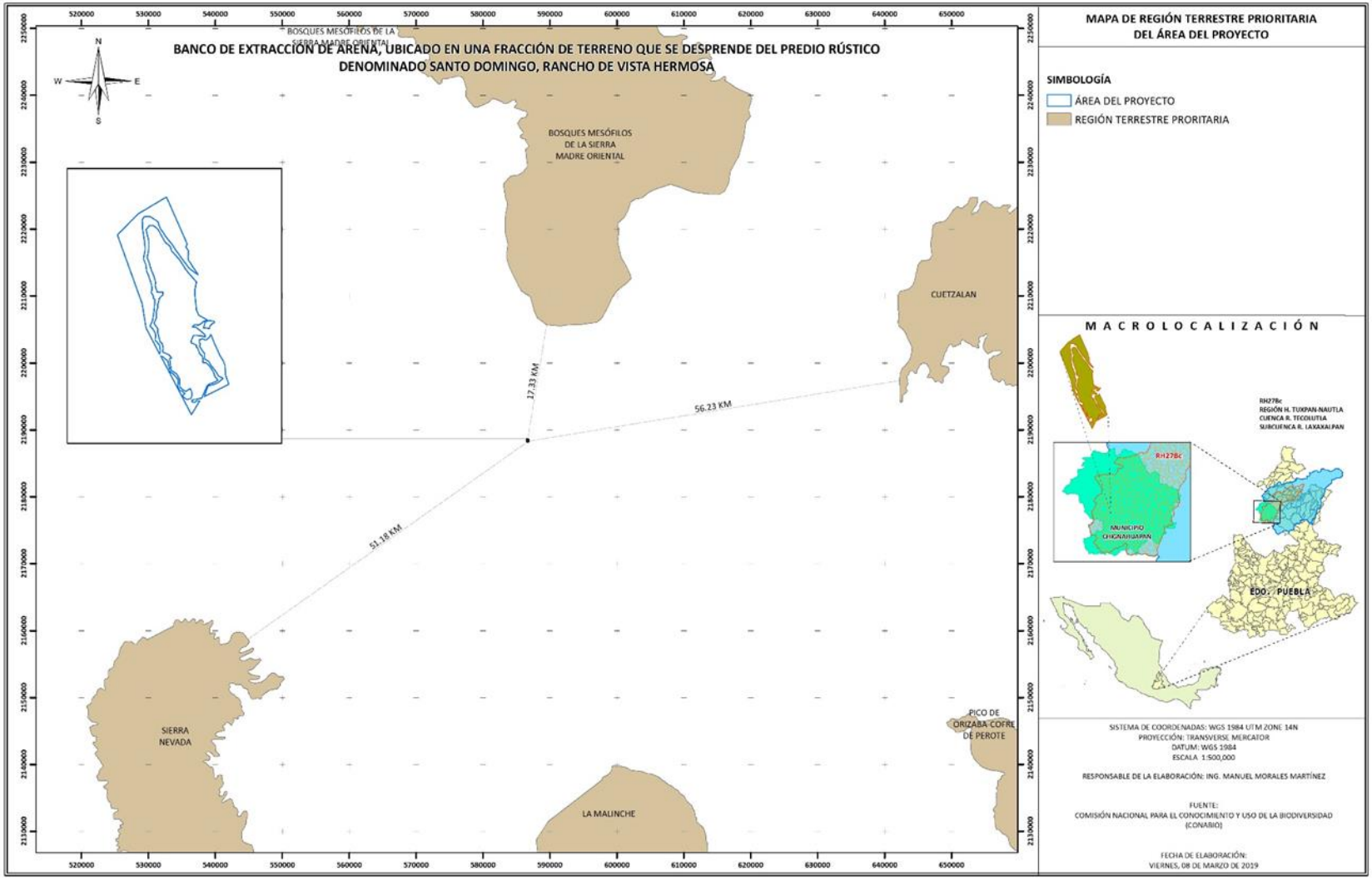


Figura IV.23. RTP'S cercanas a las áreas del AP.

Sitios RAMSAR - AP

Con respecto al AP no se encuentran dentro de ningún Sitio Ramsar; el más cercano se encuentra a 21.15 km conocida como ***Laguna de Tecocomulco*** *y a 23.19 km conocida como* ***Presa de Atlangatepec****.*

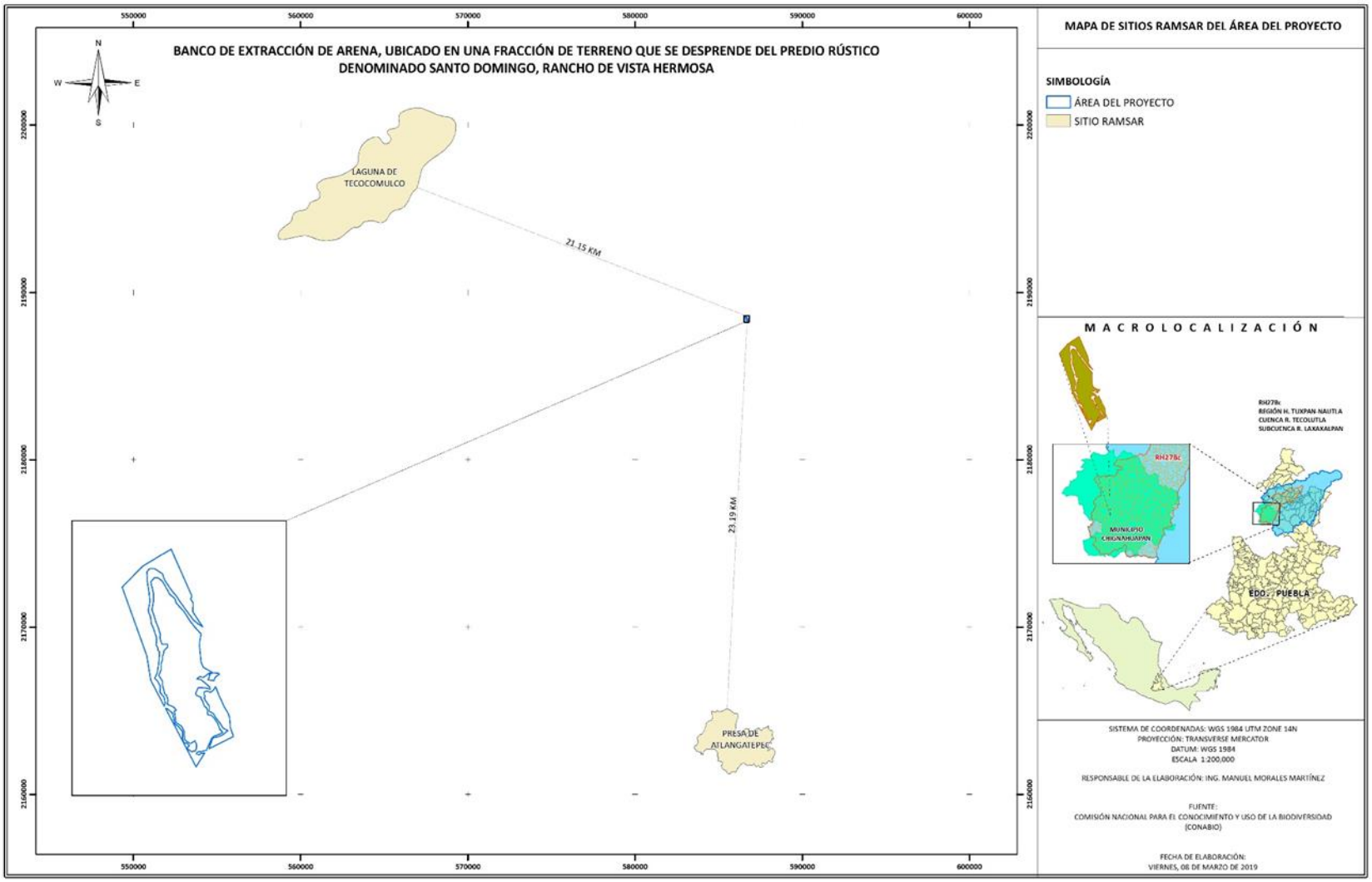


Figura IV.23. Sitios Ramsar cercanas a las áreas del AP.

IV.3.1.2.5 ECOSISTEMAS

Un ecosistema es un conjunto formado por un espacio determinado y todos los seres vivos que lo habitan. Por ello podemos decir que están formados por el medio físico y los seres vivos que en él se encuentran. Los ecosistemas se pueden clasificar en terrestres (bosques, praderas o desiertos) o acuáticos (de agua dulce o de agua salada). Los ecosistemas se consideran como de sostén de la vida sobre el planeta para la especie humana y todas las otras formas de vida. La biología humana tiene una necesidad fundamental de alimento, agua, aire limpio, protección contra la intemperie y relativa estabilidad climática[xxxvi].

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar (pérdida regional de hábitat, insularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, etc.)[xxxvii].

Con la fragmentación y destrucción de un hábitat se produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje que puede definirse adecuadamente mediante las tendencias de cinco variables paisajísticas que cambian simultáneamente y que tienen, en conjunto, una incidencia perniciosa sobre la supervivencia de las especies afectadas:

- Una pérdida regional en la cantidad de hábitat, con la consiguiente reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados.
- Una disminución del tamaño medio y un aumento del número de los fragmentos de hábitat resultantes.
- Un aumento de la distancia entre fragmentos, con la consiguiente dificultad para el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas, así como para reponerse, por recolonización, de una eventual extinción.
- Por último, se produce un aumento de la relación perímetro/superficie y, por consiguiente, una mayor exposición del hábitat fragmentado a múltiples interferencias procedentes de los hábitats periféricos, conocidos genéricamente como "matriz de hábitat".

Aunando a lo anterior, se demuestra en las figuras siguientes para cada una de las unidades de análisis que no existe desde el 2011 una fragmentación drástica en sus ecosistemas, esto se valoró con información fehaciente de Google Earth; de manera general las áreas se siguen comportando de la misma forma presentando vegetación forestal, asentamientos urbanos o llamado también crecimiento poblacional y las tierras agrícolas.

Sin embargo, en la actualidad existen pequeñas superficies de áreas que antes no presentaban vegetación forestal y que se ha ido revegetando y aumentando en masa forestal, y sin olvidar que una de las principales medidas de mitigación que se propone para evitar la pérdida del hábitat y especies es la reforestación y el rescate y reubicación de individuos. Por lo cual se puede aludir que estas se van recuperando con el paso del tiempo. Comparado con las áreas donde se pretende hacer el proyecto dentro del SA y AI, derivado de esto no provocara una fragmentación en su ecosistema, porque se establecerá al final del proyecto la restauración de las áreas del AP, así como una reforestación dentro del predio y se propone un programa de rescate y reubicación de flora para evitar la pérdida y mortalidad de los individuos, así como un programa de reforestación y conservación de suelos.

SISTEMA AMBIENTAL

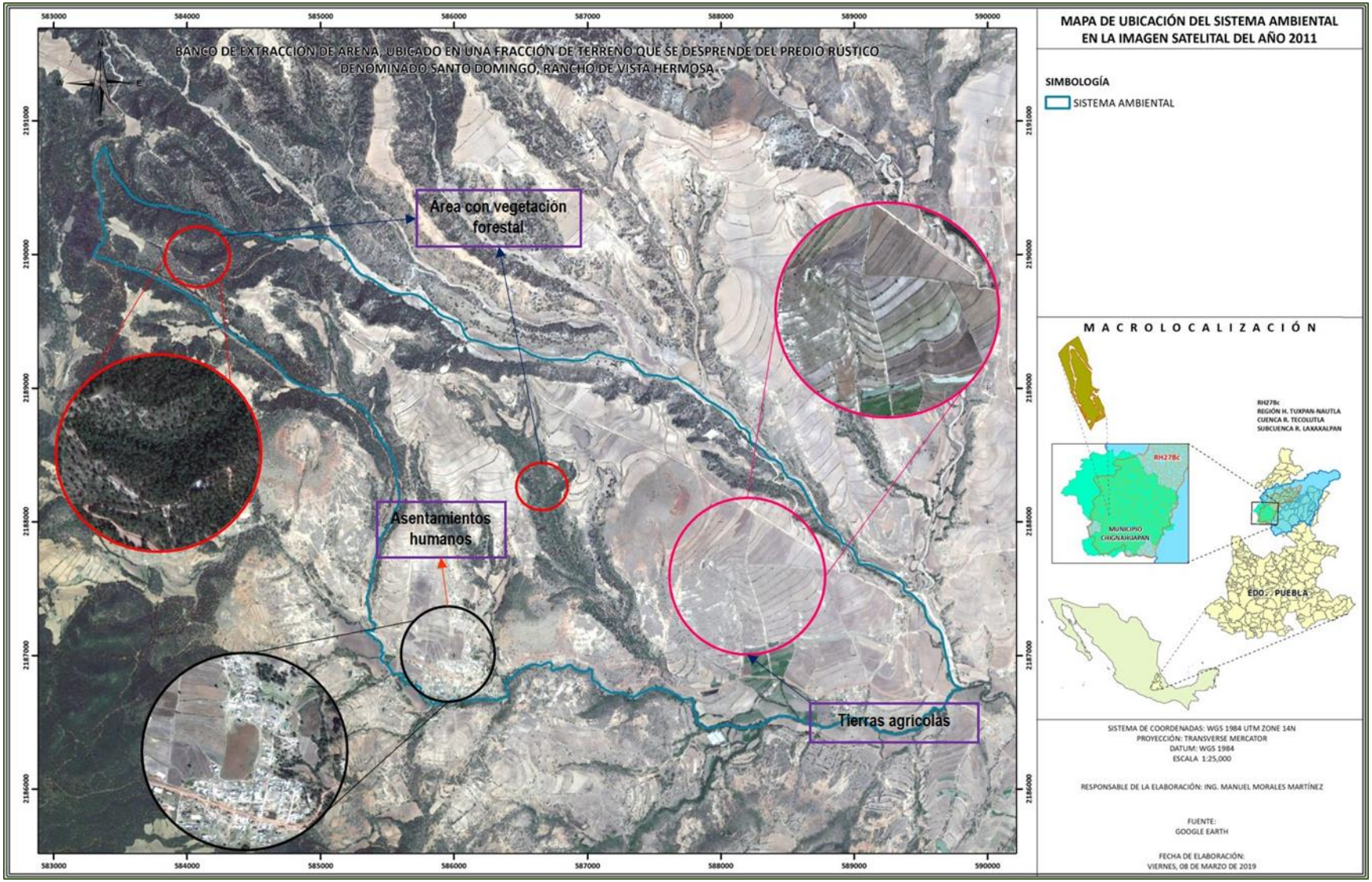


Figura IV.23. Mapa de ubicación del año 2011 de las áreas del SA.

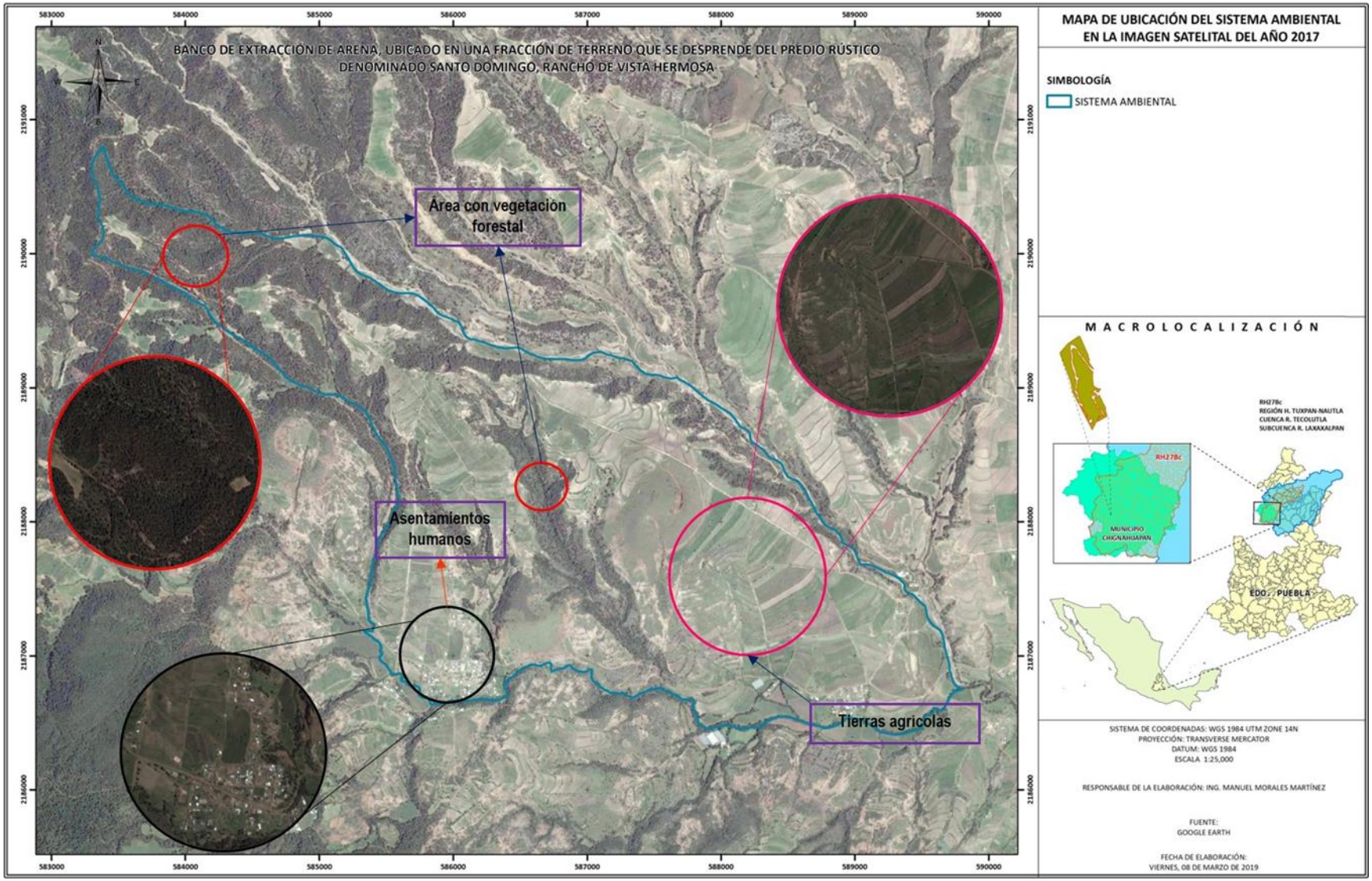


Figura IV.23. Mapa de ubicación del año 2017 de las áreas del SA.

ÁREA DE INFLUENCIA

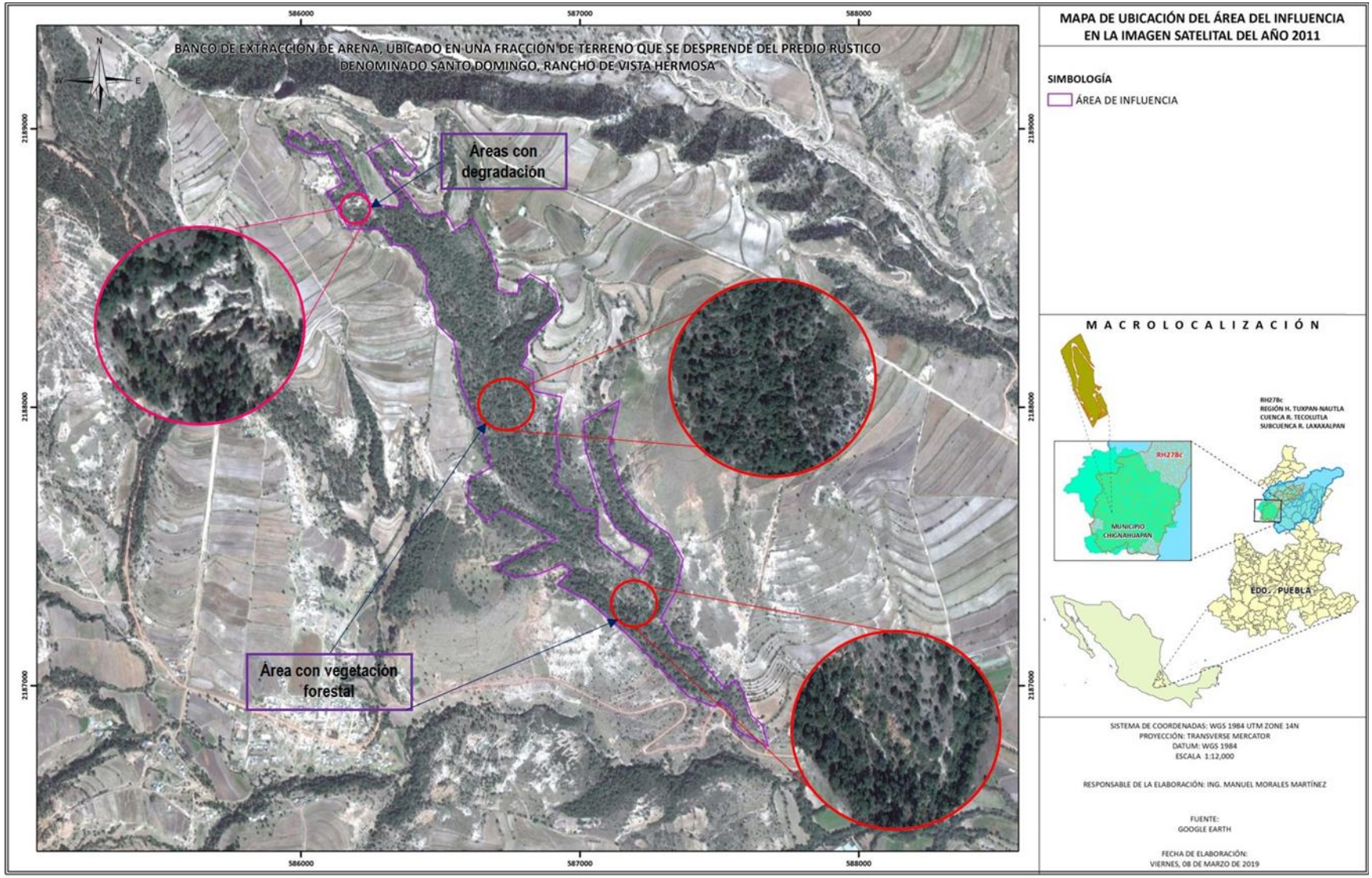


Figura IV.23. Mapa de ubicación del año 2011 de las áreas del AI.

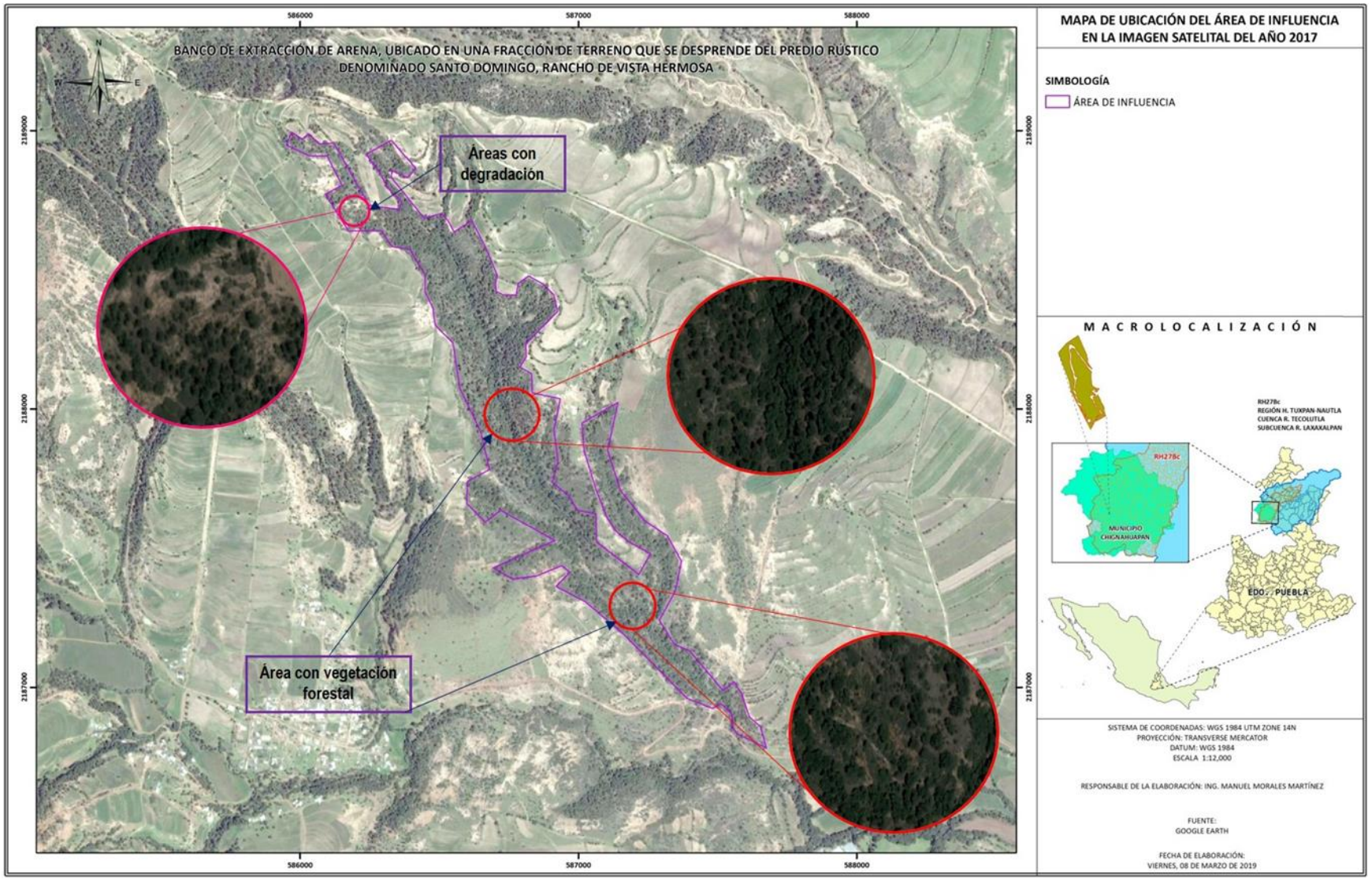


Figura IV.23. Mapa de ubicación del año 2017 de las áreas del AI.

ÁREA DEL PROYECTO

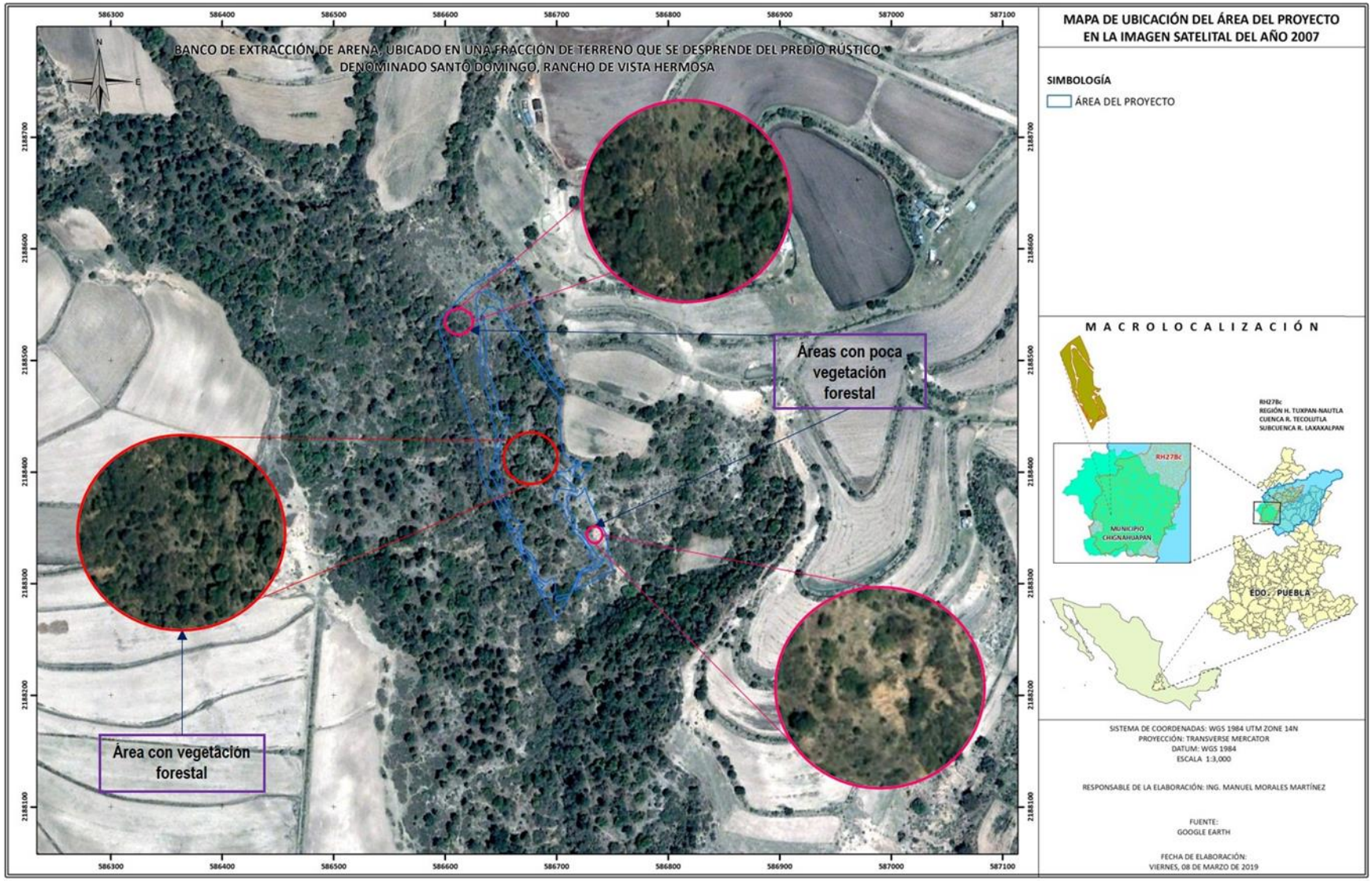


Figura IV.23. Mapa de ubicación del año 2007 de las áreas del AP.

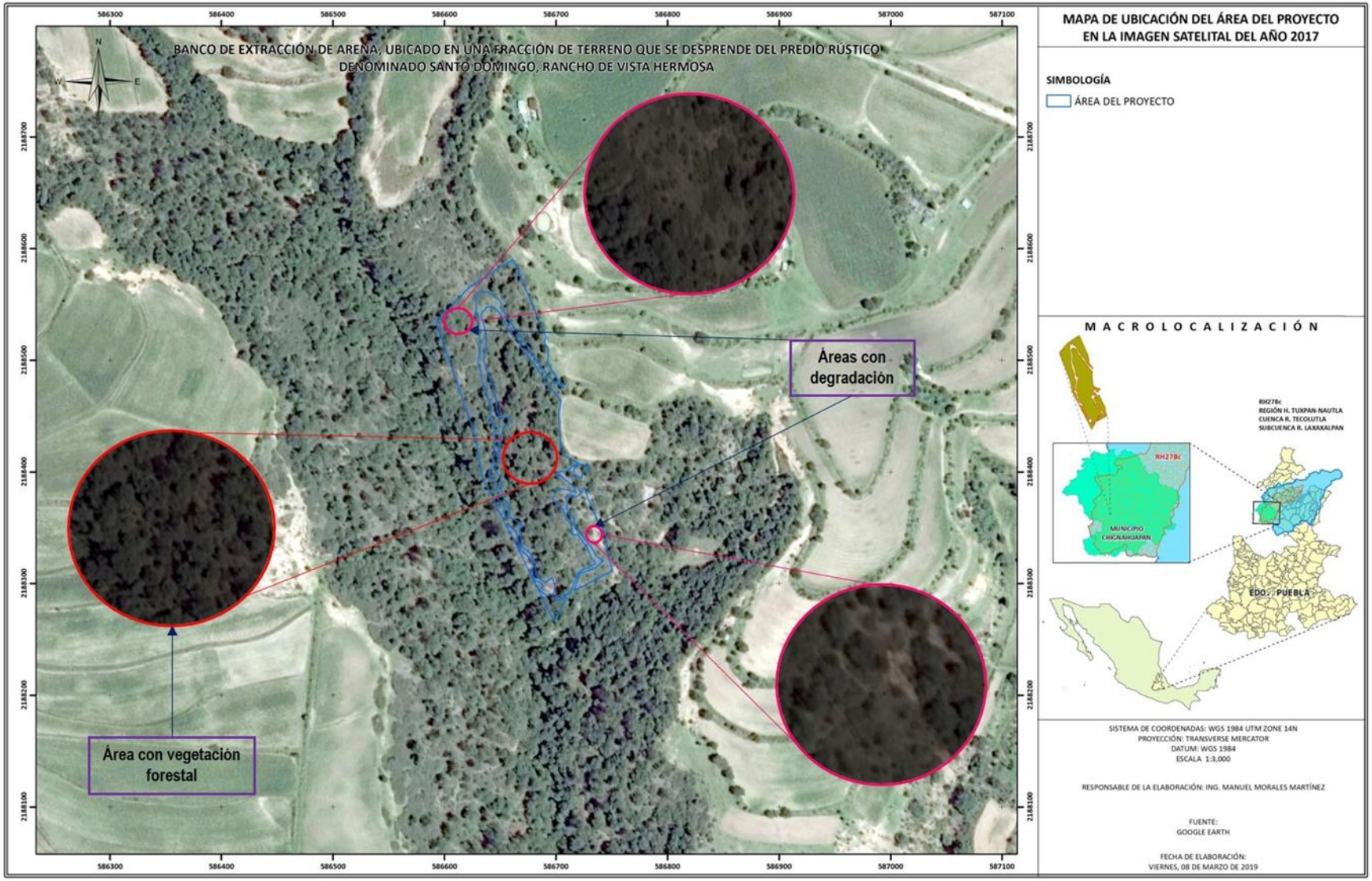


Figura IV.23. Mapa de ubicación del año 2017 de las áreas del AP.

IV.3.1.2.5.1 ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

La diversidad biológica o biodiversidad es un término que se refiere a la variedad de especies y ecosistemas que encontramos en nuestro planeta. En el caso de los bosques, corresponde a la variedad de estos (manglares, selvas, boreales), los hábitats que existen en ellos y a la enorme variedad de plantas, animales, hongos y organismos que los conforman. La biodiversidad es la base de la producción de los bienes y servicios que obtenemos de los bosques y actúa como una póliza de seguro que permite mantener sus funciones en el largo plazo y en la vida diaria. Algunos ejemplos de los bienes y servicios que los bosques proporcionan a las sociedades humanas son recursos inmediatos como refugio, alimento, leña y carbón; procesos como la fijación de carbono y regulación del clima; así como espacios para la recreación y sitios con valor cultural y religioso[xxxviii].

Su distribución restringida puede deberse a condicionantes naturales, como condiciones climáticas o geológicas, o a los efectos de las actividades humanas. Algunos ejemplos de estos hábitats son:

- Bosque mesófilo de montaña.
- Bosque ribereño.
- Bosques de viejo crecimiento o bosques antiguos.



Imagen IV.13. Concentraciones de diversidad biológica que contengan especies endémicas o especies raras, amenazadas o en peligro, y que son de importancia significativa a escala global, regional o nacional[xxxix]

La sensibilidad ambiental se define como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibro dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función. En concordancia con esta definición se debe tener en cuenta el concepto de tolerancia ambiental, que representa la capacidad del medio a aceptar o asimilar cambios en función de sus características actuales. Así, el grado de sensibilidad ambiental dependerá del nivel de conservación o degradación del ecosistema y sobre todo de la presencia de acciones externas (antrópicas).

☎ Bosque mesófilo de montaña[xl]

Los bosques de mesófilo de montaña son muy variable en composición de especies, pero con estructura y clima muy similares. Está dominado por árboles en varios estratos, con abundancia de helechos y epífitas. El follaje del 50% de sus especies de árboles se pierde durante alguna época del año. Comparten lluvias frecuentes, nubosidad, neblina y humedad atmosférica altas durante todo el año. Estos bosques han funcionado como refugios para especies durante los cambios climáticos de los últimos miles de años. Se distribuyen en zonas muy húmedas. Ocupan el 1% (18, 534 km²) del territorio nacional, en pequeñas porciones de 20 estados, en altitudes entre 600 y 3,100 msnm. Se ubican preferentemente en las partes altas de la Sierra Madre Oriental (Sierra de Juárez), Sierra Norte de Chiapas, Sierra Madre del Sur (Guerrero y Oaxaca) y de Jalisco. Son los ambientes preferidos para sembrar café, sobre todo el de buena calidad "café de altura", a la sombra de los árboles del dosel. Los servicios ambientales que prestan en mayor grado son: captura de agua y de carbono, conservación de la biodiversidad y del suelo, formación de abundante materia orgánica, conservación de acervos genéticos, belleza paisajística, filtración de contaminantes del aire, suelo y agua, regulación del clima, mantenimiento de ciclos minerales de gases y agua. Proveen productos forestales como alimentos, medicinas, leña, maderas, fibras naturales y remedios medicinales. También proporciona una serie de atractivos del paisaje como espacios para la recreación.

La mayor parte del año está inmerso en neblina o nubes bajas, con lluvias abundantes y vientos húmedos en las laderas con influencia del mar (barlovento). La temperatura media anual oscila entre los 12° y los 23° C, aunque en invierno las temperaturas pueden caer por debajo del 0 ° C. Crece en terrenos con suelos ácidos profundos o muy someros e inclinados, ricos en materia orgánica y humedad todo el año. Las principales amenazas son la tala clandestina, los incendios, los desmontes para agricultura, ganadería, desarrollo urbano y caminos. Su lenta regeneración, la reducción de su distribución y su continua perturbación han ocasionado que sean considerados frágiles, en peligro de extinción y con prioridad de conservación.



Imagen IV.14. Panorama de un bosque mesófilo de montaña (BMM).

☎ **Bosque ribereño**[xli].

Los bosques ribereños son corredores ecológicos que mantienen la conectividad del paisaje a lo largo de gradientes ambientales extensos y dinámicos; estos son considerados como corredores ribereños por sus hábitats diversos, dinámicos y complejos, ya que son la interface entre los sistemas terrestres y los acuáticos, por lo que abarcan diferentes gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos.

Los corredores ribereños son hábitats diversos, dinámicos y complejos, ya que son la interface entre los sistemas terrestres y los acuáticos, por lo que abarcan diferentes gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos. Estos ambientes controlan el flujo de materia y energía entre ambos sistemas, mantienen una alta biodiversidad y son un hábitat crítico para la conservación de especies raras y amenazadas, por lo que pueden ser considerados como refugios para estas especies. Aunque es difícil delimitar los corredores ribereños, espacialmente éstos incluyen el canal del río y la porción más alta del cauce donde se alcanza el nivel máximo del río.

Estos ambientes controlan el flujo de materia y energía entre ambos sistemas, mantienen una alta biodiversidad y son un hábitat crítico para la conservación de especies raras y amenazadas, por lo que pueden ser considerados como refugios para estas especies (NAIMAN, 1993)[xlii]. Aunque es difícil delimitar los corredores ribereños, espacialmente éstos incluyen el canal del río y la porción más alta del cauce donde se alcanza el nivel máximo del río. por lo tanto, la posición y tamaño del río en la red hídrica, el régimen hidrológico y la geomorfología local tienen influencia en la vegetación y en las comunidades de organismos asociadas a ella (por ejemplo, aves, mamíferos, invertebrados, algas), que a su vez afectan la diversidad de atributos funcionales del mismo río (como los ciclos biogeoquímicos).



Imagen IV.15. Panorama de un bosque ribereño (BR).

☎ Bosque de viejo crecimiento o bosques antiguos[xliii]

Uno de los patrimonios más importantes de un país se centra en sus recursos naturales, y México se puede apreciar de poseer una de las diversidades biológicas más importantes del planeta (Rzedowski, 1978). Esta riqueza, sin embargo, en las últimas décadas ha venido en franco deterioro a consecuencia de un proceso acelerado de deforestación, del aprovechamiento deficiente de los recursos forestales, el sobrepastoreo y a cambios intensivos de uso del suelo (CONAFOR, 2008). Los bosques vírgenes de pino-encino que en la década de 1950 el hábitat del carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), ahora desaparecido y de otra fauna endémica, ya para finales de la década de 1990 representaban menos del uno por ciento de la vegetación original (Lammertink et al., 1997) y en la actualidad prácticamente son inexistentes, a excepción de pequeños rodales muy dispersos que por su ubicación en cañadas o sitios escarpados e inaccesibles de áreas montañosas no han sido explotados y que todavía son el ambiente donde se desarrolla la guacamaya serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*); así como, de otros taxa endémicos. Estos relictos de bosques viejos han permitido conocer la esperanza de vida de las especies que los conforman y la fisonomía que caracteriza a los individuos longevos (Villanueva-Díaz et al., 2006).

Existe la creencia generalizada de que los árboles viejos son aquellos individuos vigorosos, de follaje exuberante y de dimensiones colosales que crecen en suelos profundos, fértiles y con una provisión adecuada de humedad, lo cual es erróneo. Su hábitat es completamente distinto, es decir, crecen en suelos someros, escarpados, de escasa fertilidad, muchas veces situados en sitios con vientos frecuentes e intensos y dependientes del agua que se almacena en el perfil del suelo antes o durante la estación de crecimiento, lo cual implica que no tienen aportación de agua de las áreas aledañas y sobreviven únicamente con el suministro de la lluvia. Aunque cada especie exhibe características fenotípicas muy peculiares de añejamiento inherentes a su genotipo y a la influencia de factores externos, como los climáticos y la competencia inter e intraespecífica, ciertas particularidades morfológicas parecieran ser comunes entre la mayoría de los árboles longevos algunas de ellas son que el tallo y las ramas principales se tuercen longitudinalmente, la madera exhibe grano espiralado, la copa es aplanada y de reducida superficie debido a la muerte de los extremos superiores de las ramas terminales, las principales son escasas y colgantes, la corteza es delgada y pareciera que hubiera desprendimiento de la misma; en algunas especies y en las coníferas se observa descortezamiento, cambio en su coloración, entre otra característica. Así mismo, hay que considerar que los ejemplares viejos, particularmente de coníferas, se ubican en rodales donde no ha existido aprovechamiento o este ha sido muy reducido.

Los especímenes centenarios o milenarios están confinados a lugares de difícil acceso; se llegan a localizar en terrenos ejidales de sitios remotos, áreas naturales protegidas y en asentamientos urbanos o rurales, así como en predios particulares donde los ejemplares han sido conservados porque tienen algún valor sentimental que los liga con sus propietarios o con la misma comunidad. Parte del proceso metodológico en el presente trabajo se fundamentó en estudios que describen la situación geográfica y estado actual de los bosques de coníferas y en investigaciones botánicas y ecológicas que indican la distribución de aquellas especies que por su naturaleza alcanzan largos períodos de vida. En la ubicación del arbolado longevo, también se consideró el conocimiento que sobre el particular tenían los ejidatarios, comuneros y prestadores de servicios técnicos forestales. Además, se hicieron recorridos exploratorios para verificar la existencia de este tipo de arbolado en los lugares sugeridos y para proceder a la toma de núcleos de crecimiento o virutas, secciones transversales, muestras botánicas, de germoplasma (cuando existía), así como para la medición de variables morfológicas (altura, diámetro normal) y para hacer la descripción fisiográfica del sitio (tipo de suelo, especies asociadas, etc.).



Imagen IV.16. Panorama de un bosque de viejo crecimiento o bosques antiguos.

Por lo anterior, con respecto a las áreas del SA, AI y AP no se considera dentro de estos tipos de ecosistemas.

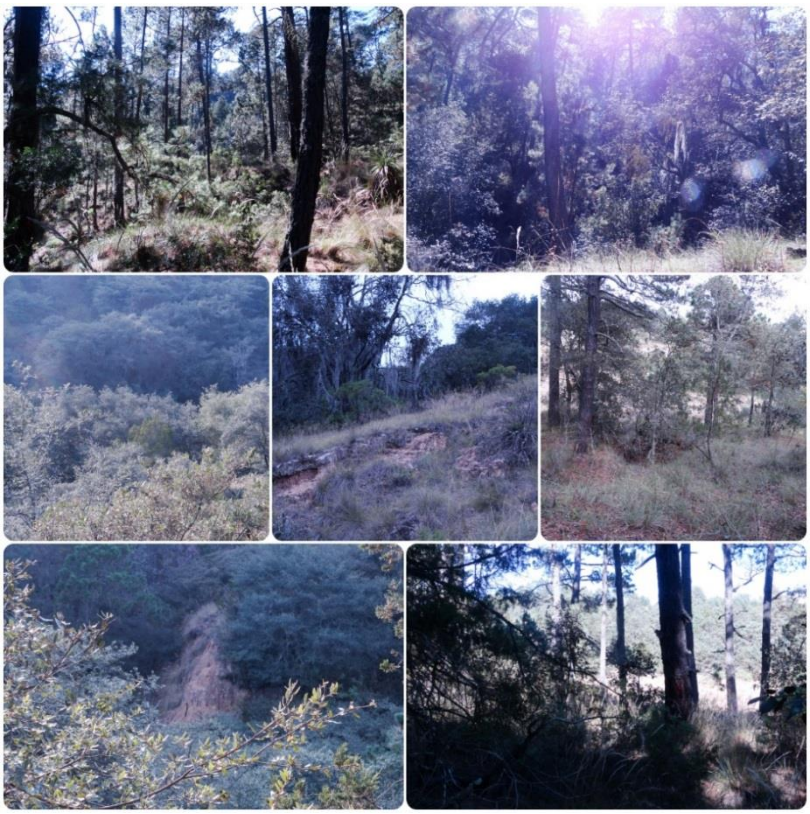


Imagen IV.17. Tipo de vegetación presente en el sistema ambiental (SA).



Imagen IV.18. Tipo de vegetación presente en el área de influencia (AI).



Imagen IV.19. Tipo de vegetación presente en el área del proyecto (AP).

Nota: se anexan los planos del medio biótico con respecto a la vegetación para cada una de las unidades de análisis SA, AI y AP (**ANEXO 13. ANEXO CARTOGRÁFICO) por capítulo IV (VEGETACIÓN**).

IV.3.1.2.6 FAUNA

INTRODUCCIÓN

Todas las especies nativas -fauna y flora silvestres- en conjunto, 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 y abióticos 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. 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 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 el bosque mesófilo 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 endemismo (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).

Debido a la vital importancia de 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 de protección a fauna silvestre se encuentran las Manifestaciones de Impacto Ambiental, las cuales buscan reducir, como su nombre lo indica, el impacto de las actividades humanas (urbanización) sobre las poblaciones y hábitats de las especies.

Es por ello que la riqueza biológica no sólo es un valor en sí misma, sino que representa un recurso que debe protegerse debido a que se ve sometido 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.

UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO, ÀREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL RESPECTO A ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA FAUNA SILVESTRE

La fauna silvestre corresponde a un componente de los ecosistemas con mayor relevancia, debido al rol ecológico que desempeñan en el funcionamiento y dinámica ecosistémica. Es por ello, que previo a describir y analizar la fauna silvestre en las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental), es importante revisar si tales áreas se encuentran dentro de una zona prioritaria para la fauna silvestre. Es decir, si las mencionadas unidades de análisis atraviesan alguna área de desplazamiento de especies (rutas migratorias) 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.

1) Rutas migratorias de avifauna

La migración de las aves es uno de los ciclos naturales en los que cada año millones de aves realizan viajes de miles de kilómetros. Se estima que más de 200 especies de aves migratorias de larga distancia ocurren en México. Para estas aves migratorias, México es de vital importancia para lograr cumplir sus ciclos naturales.

Dentro del territorio nacional atraviesan cuatro de las rutas migratorias de avifauna, las cuales corresponden a:

1. Ruta oceánica del Pacífico
2. Ruta de la costa del Pacífico
3. Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas
4. Ruta del Valle de Mackenzie- Grandes lagos- Valle del Misisipi

Como se muestra en la figura siguiente, las unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) se encuentran muy cerca solamente de la **"Ruta de las grandes planicies y las montañas rocosas"**; lo cual indica que durante la temporada migratoria posiblemente varias especies de aves frecuentan y/o cruzan las áreas (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) hacía sitios en los cuales anidarán o pasarán la temporada de reproducción o alimentación, según sea el caso. Sin embargo, la ejecución del proyecto no supone un obstáculo y/o afectación a dicha ruta migratoria.

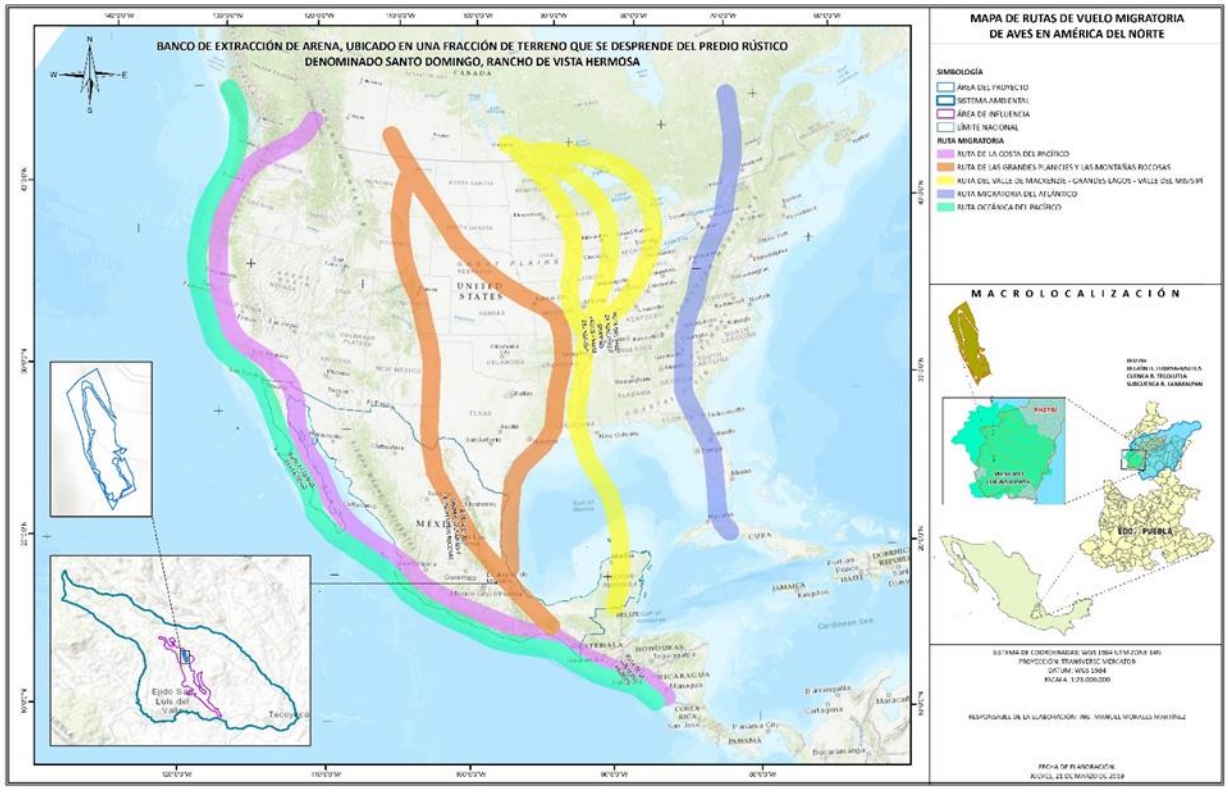


Figura IV.107. Rutas de vuelo de aves migratorias de América del Norte en relación al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

2) Corredores biológicos

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

Dentro del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) se encuentran los siguientes:

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

Sin embargo, como se muestra en la figura siguiente, el área del proyecto, el área de influencia y el sistema ambiental NO se encuentran dentro de ningún corredor biológico, ni cerca de alguno de ellos.

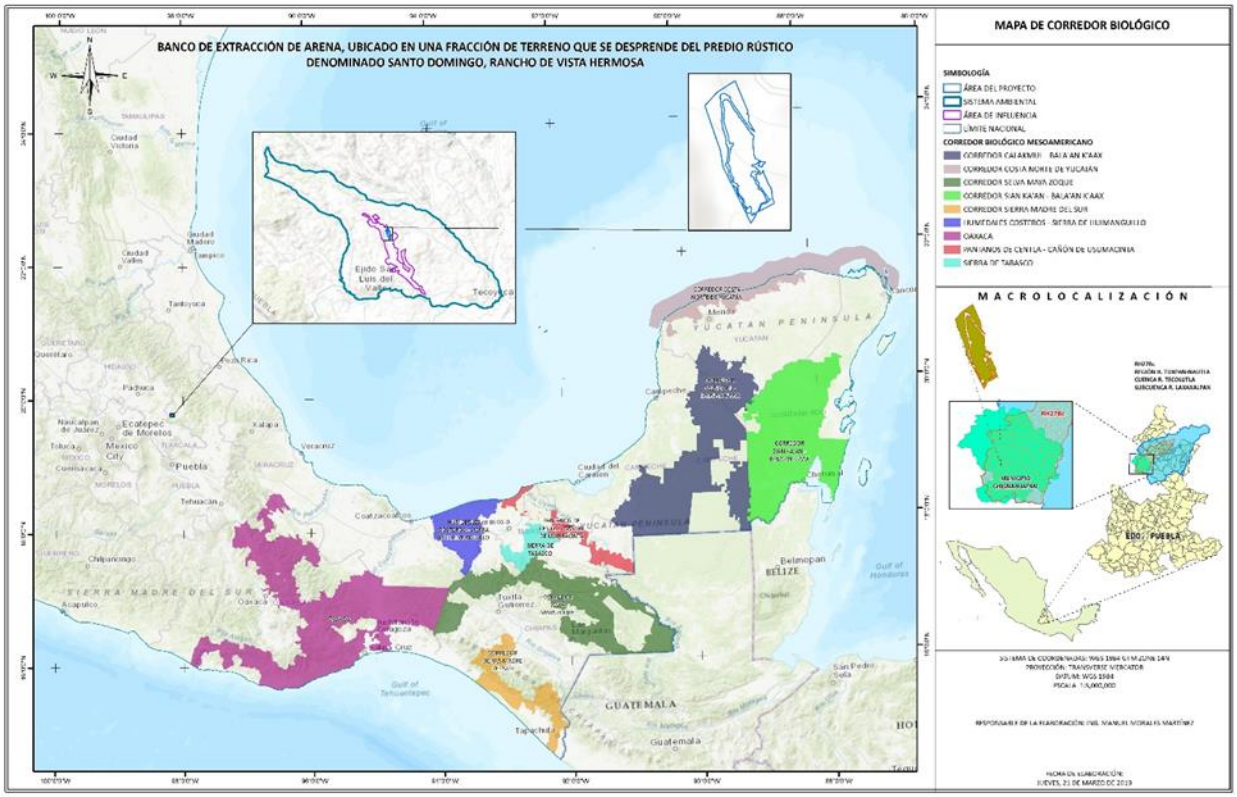


Figura IV.108. Plano de corredores biológicos pertenecientes al CBMM con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

3) Áreas de conservación de especies

Las "Áreas de conservación de fauna silvestre" 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).

Las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) NO pertenecen ni se encuentran cerca de ninguna ANP o AICA`s.

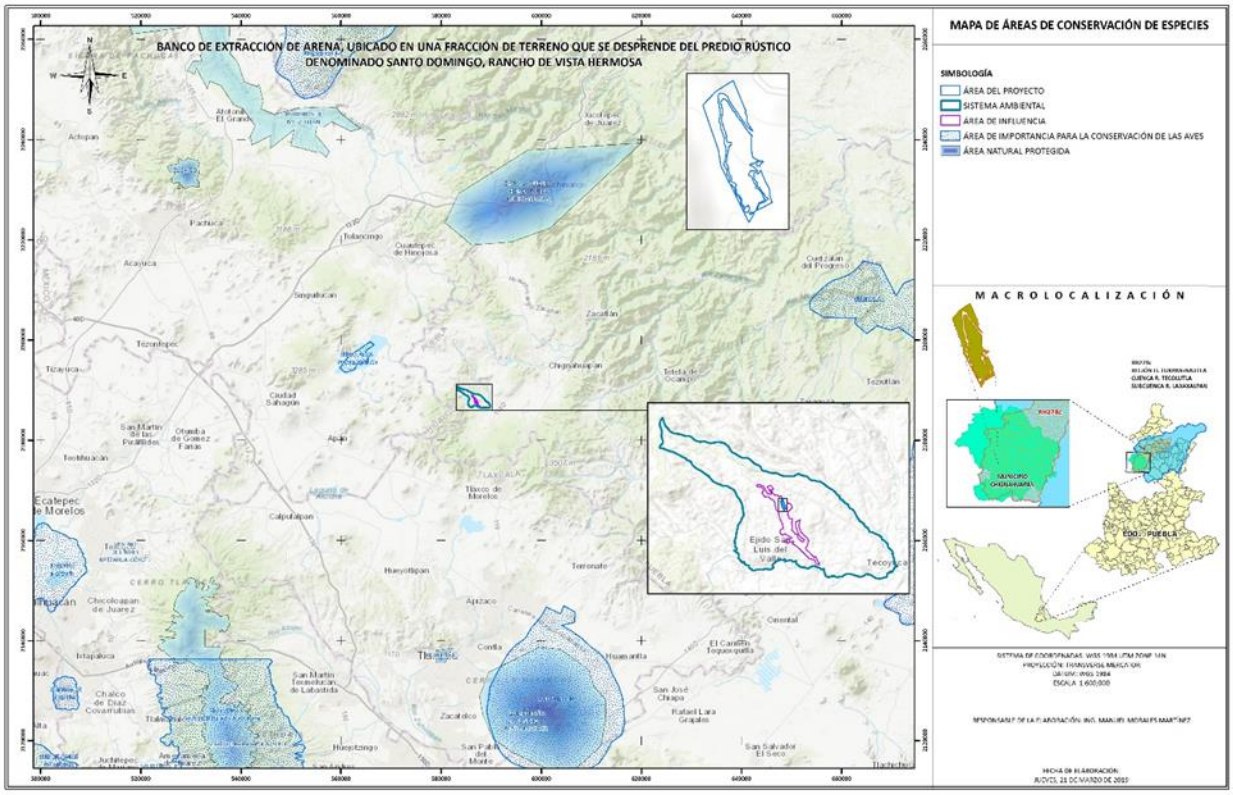


Figura IV.109. Áreas de conservación de especies con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

4) Hábitats disponibles de fauna silvestre

Los hábitats disponibles considerados en este trabajo son corrientes, cuerpos 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.

Dentro del área del proyecto NO se encuentran sitios importantes que pudieran considerarse como potenciales para hábitats para la fauna, ya que no existen cuerpos de agua, ni corrientes de agua (intermitentes o perennes) e inclusive, el tipo de vegetación es pastizal inducido. Las corrientes intermitentes o perennes, los cuerpos de agua e inclusive otros tipos de vegetación que albergan mayor riqueza de especies, más cercanos al área del proyecto ya pertenecen al área de influencia y al sistema ambiental, tal como se puede observar en la figura siguiente:

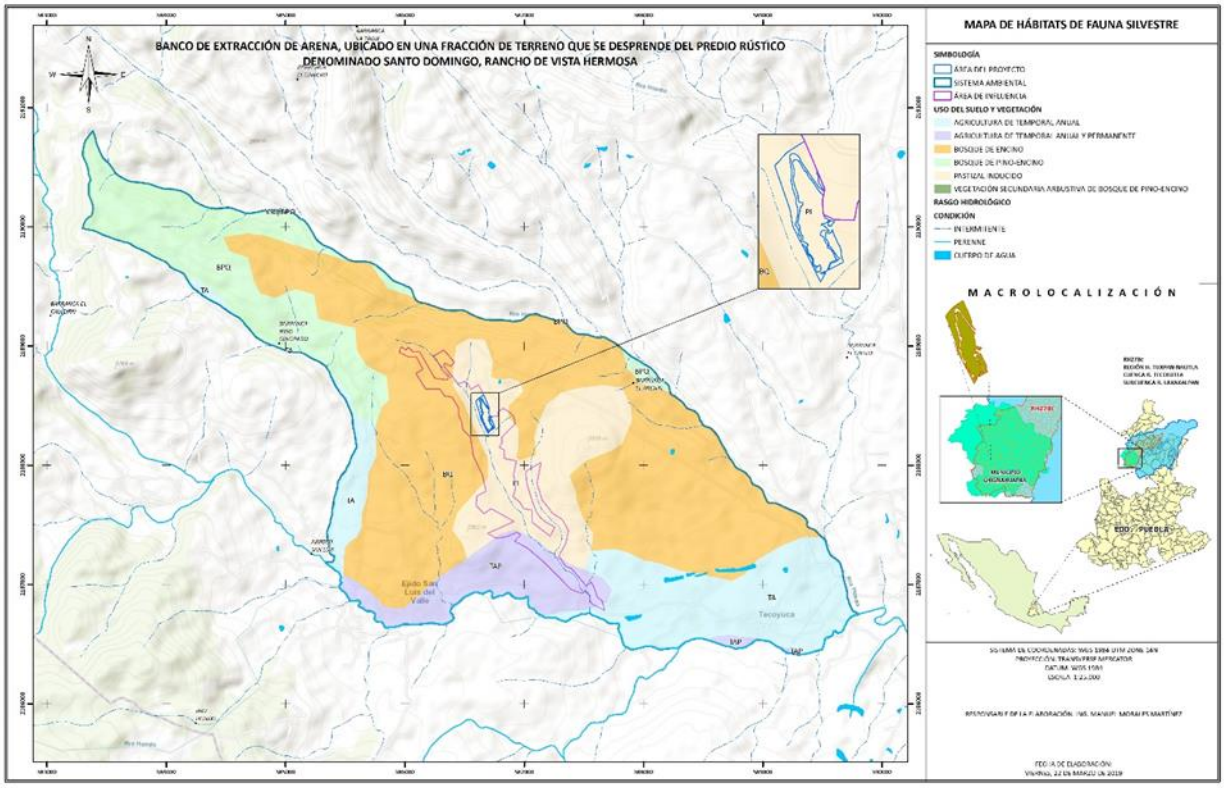


Figura IV.110. Hábitats disponibles de fauna silvestre con respecto al área del proyecto, al área de influencia y al sistema ambiental.

Debido a que la superficie que ocupa el sistema ambiental es bastante amplia, y por tanto, resulta complicado realizar un muestreo de la fauna en la totalidad de la superficie, 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

AVIFAUNA

La fuente bibliográfica consultada para las aves, corresponde a la página de internet The Midwest Avian Data Center; la cual, proporciona un listado de aves con un número de individuos para cada una de las especies, de acuerdo a un área que es delimitada de manera personal y de acuerdo al área de interés. Tal listado corresponde a todas las estaciones del año, por lo que resulta bastante útil considerarlo, ya que es una fuente muy cercana a la composición avifaunística real de del área. The MWADC es producto de The Midwest Coordinated Bird Monitoring Partnership. El objetivo de The MWADC es mejorar e impulsar la conservación de las aves y sus hábitats a través del uso de los datos obtenidos del monitoreo de cantos de las aves. Tal listado corresponde al área delimitada que se muestra en el plano siguiente:

Cuadro IV.120. Listado de especies de avifauna proporcionado por The Midwest Avian Data Center.

Nombre en inglés	Familia	Nombre científico	Nombre común	n
Rufous-crowned Sparrow	Emberizidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero	1
Western Scrub-Jay	Corvidae	*Aphelocoma californica*	Chara mexicana	4

Nombre en inglés	Familia	Nombre científico	Nombre común	n
Red-tailed Hawk	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	3
Inca Dove	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola	15
Ladder-backed Woodpecker	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero	1
House Finch	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Carpodaco mexicano	13
Barn Swallow	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	5
White-eared Hummingbird	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Colibrí	6
Blue-throated Hummingbird	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	1
Canyon Towhee	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador	12
House Sparrow	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	10
Blue Grosbeak	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	2
Black-headed Grosbeak	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	3
Hepatic Tanager	Cardinalidae	*Piranga flava*	Tángara encinera	2
Yellow-rumped Warbler	Parulidae	*Setophaga coronata*	Reinita	2
Western Bluebird	Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	5
Lesser Goldfinch	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	13
Black-chinned Sparrow	Emberizidae	*Spizella atrogularis*	Gorrión	9
Violet-green Swallow	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	9
Bewick's Wren	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	3
Curve-billed Thrasher	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche	5
Cassin's Kingbird	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	1
White-winged Dove	Columbidae	*Zenaida asiática*	Paloma aliblanca	3
Mourning Dove	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota	8
Northern Rough-winged Swallow	Hirundinidae	*Stelgydopterrix serripennis*	Golondrina aliaserrada	10
Golden-fronted Woodpecker	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero	15
Clay-colored Sparrow	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	13
Hammond's Flycatcher	Tyrannidae	*Empidonax hammondii*	Mosquero	11

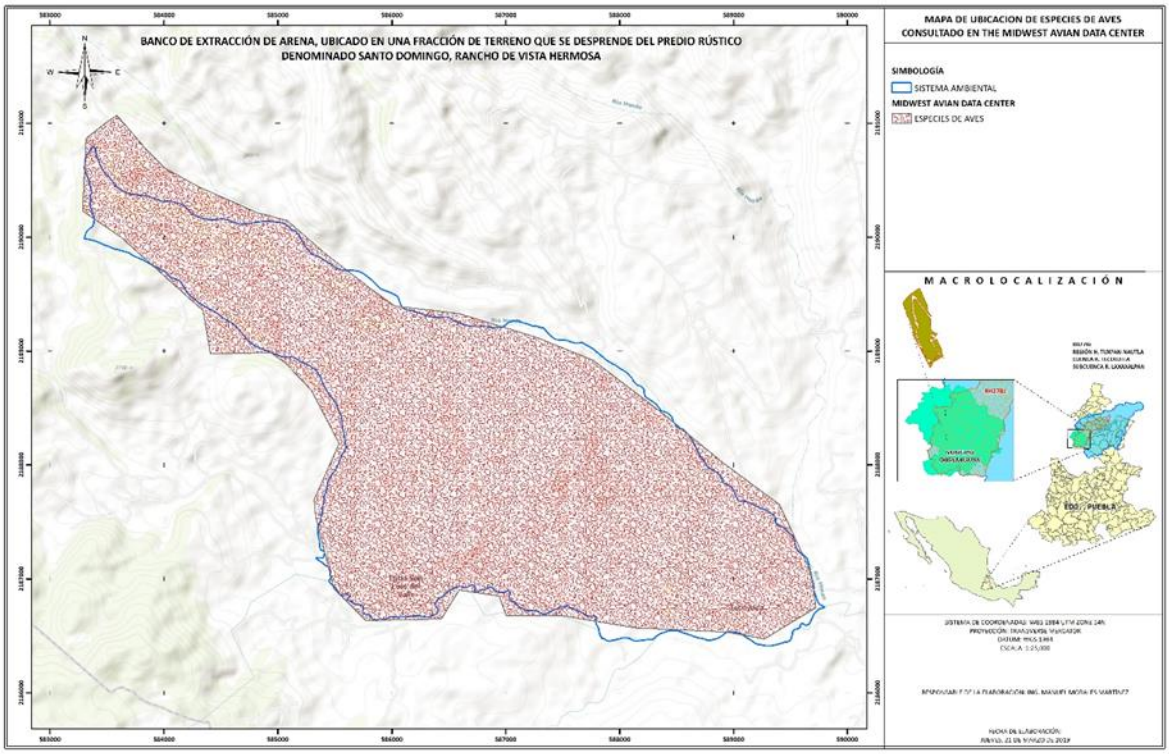


Figura IV.111. Área delimitada en The Midwest Avian Data Center.

El listado de especies mostrado anteriormente, muestra la presencia de especies adicionales a las que se registraron en el muestreo realizado, ya que este último, corresponde a una fotografía de un periodo y estación del año en específico.

MASTOFAUNA

La fuente consultada para la mastofauna corresponde al Geoportal de la CONABIO, el cual es un instrumento que facilita la localización y consulta de información sobre la distribución potencial de las especies de fauna en el territorio mexicano.

Cuadro IV.121. Listado potencial de mastofauna en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común
Didelphis marsupialis	Tlacuache
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca
Tayassu tajacu	Pecarí de collar
Canis latrans	Coyote
Conepatus leuconotus	Zorrillo
Mephitis macroura	Zorrillo listado
Nasua narica	Tejón
Procyon lotor	Mapache
Spilogale gracilis	Zorrillo manchado
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris

Nombre científico	Nombre común
Anoura geoffroyi	Murciélago
Artibeus jamaicensis	Murciélago
Balantiopteryx plicata	Murciélago
Centurio senex	Murciélago
Dermanura azteca	Murciélago
Desmodus rotundus	Murciélago vampiro
Lepus callotis	Liebre de flancos blancos
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto
Sylvilagus cunicularius	Conejo
Sylvilagus floridanus	Conejo
Baiomys taylori	Ratón pigmeo
Liomys irroratus	Ratón espinoso
Neotoma mexicana	Rata magueyera
Peromyscus difficilis	Ratón
Peromyscus maniculatus	Ratón
Sciurus aureogaster	Ardilla gris
Otospermophilus variegatus	Ardillón
Thomomys umbrinus	Tuza
Dasypus novemcinctus	Armadillo

En el sistema ambiental se registraron muy pocas especies de mastofauna; sin embargo, de acuerdo al listado potencial de especies proporcionado por CONABIO, se puede asegurar una mayor diversidad de especies que debido a su etología resulta muy complicada la observación de las mismas en campo.

HERPETOFAUNA

La fuente consultada para la herpetofauna corresponde al Geoportal de la CONABIO, el cual es un instrumento que facilita la localización y consulta de información sobre la distribución potencial de las especies de fauna en el territorio mexicano.

Cuadro IV.122. Listado potencial de herpetofauna en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común
Basiliscus vittatus	Basilisco rayado
Mabuya brachypoda	Mabuya
Sceloporus dugesii	Lagartija espinosa
Sceloporus mucronatus	Lagartija
Botrhops asper	Nauyaca
Conopsis lineata	Culebra de tierra

Nombre científico	Nombre común
Crotalus simus	Víbora de cascabel
Lampropeltis triangulum	Coralillo
Masticophis mentovarius	Corredora
Senticolis triaspis	Ratonera

Es importante mencionar que CONABIO maneja un número muy reducido de especies de herpetofauna cuyo mapa de distribución se muestre, por lo tanto, algunas especies de las que se registraron en el muestreo realizado, su mapa de distribución es proporcionado por fuentes alternas.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

AVIFAUNA

Conteo por puntos

Técnica que consiste en identificar y contabilizar aves desde un sitio definido denominado "punto de conteo". El punto de conteo 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. Para evitar contar a un mismo individuo en puntos de conteo diferentes, los puntos se situaron separados entre sí a una distancia de 250 m.

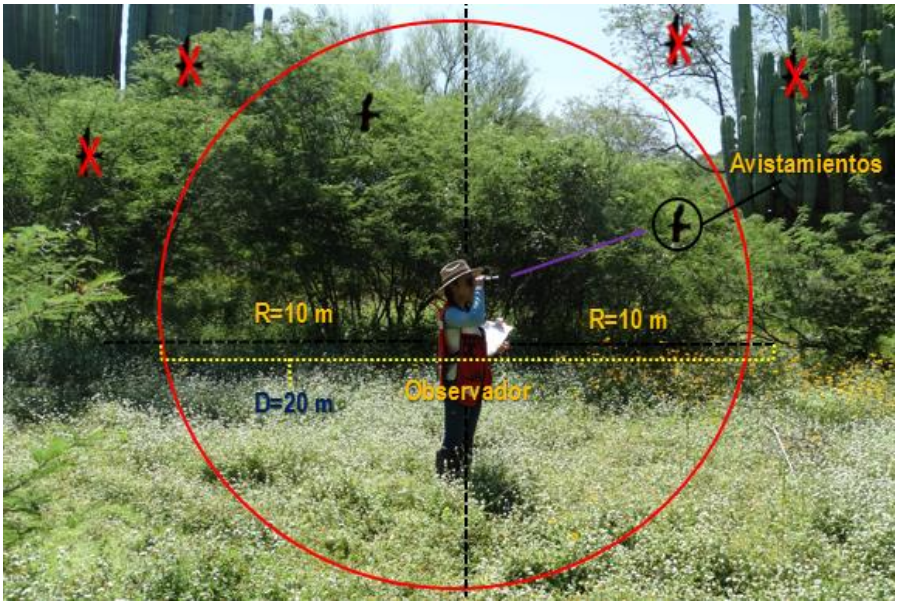


Figura IV.112. Establecimiento de un punto de conteo para avifauna.

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 especie). A continuación, se describe cada técnica empleada:

Censo muestral de especies observadas (método directo):

Consiste en hacer recorridos a lo largo de transectos, 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, 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).

Para el muestreo de la mastofauna, se emplearon transectos cuya longitud corresponde a 300 m y un ancho de franja de 10 m, es decir, 5 m a cada lado.

HERPETOFAUNA

Para el muestro de herpetofauna se recurrió al encuentro visual, el cual consiste en la observación directa y conteo de organismos a lo largo de transectos 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 realizaron durante las primeras horas de la mañana y previo al atardecer. Los transectos establecidos fueron de 300 m de longitud y de 10 m de ancho, los cuales se recorrieron a través una caminata para determinar la presencia de herpetofauna. 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).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA PARA CADA ESPECIE

Para cada una de las especies pertenecientes a los grupos faunísticos de interés, avifauna, mastofauna y herpetofauna, se manejará 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 que se considerarán:

I. CATEGORÍA DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010
II. CATEGORÍA DE RESIDENCIA
III. CATEGORÍA DE ENDEMISMO
IV. TENDENCIA POBLACIONAL

I. CATEGORÍA 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): Especie nativa 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.

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

4.- Sujetas 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. CATEGORÍA DE RESIDENCIA:

En la categoría de residencia, las especies fueron clasificadas en distintas categorías utilizando información publicada en literatura especializada (Howell y Webb, 1995; Peterson y Chalif 1989; Sibley, 2000). Dicha categoría 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.

III. CATEGORÍA DE ENDEMISMO:

En lo referente a la categoría de endemismo se utilizan las siguientes clasificaciones:

1.- Endémicas (EN). Especies cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos de México

2.- Semiendémicas (SE). Incluyen a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México, incluye 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.

Dicha categoría fue empleada para el caso exclusivo de las especies de aves presentes en el área de cambio de uso de suelo.

IV. TENDENCIA POBLACIONAL:

En lo que corresponde a la tendencia poblacional, la IUCN 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.

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD ALFA DE FAUNA SILVESTRE A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARAMÈTRICOS Y NO PARAMÈTRICOS

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.

DIVERSIDAD ALFA (α)

1. Riqueza específica
   - Método paramétrico
     - Curvas de acumulación de especies (Modelo logarítmico y potencial)
   - Método no paramétrico
     - $Chao_2$
2. Índices de diversidad proporcional
   - Índice de Simpson
   - Índice de Shannon-Wiener (H´)
3. Distribución de abundancias
   - Equidad (J)
   - Dominancia (D)

DIVERSIDAD ALFA (α)

- **Paramètrico: Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)**

Modelos logarítmico y potencial

Modelos matemáticos que se utilizan para predecir la riqueza de especies, dichos modelos corresponden a 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

- **No paramétrico: Chao2**

Estimador que permite determinar la riqueza de especies mediante el número de individuos capturados en el muestreo o el número de muestras tomadas en la comunidad o sitio de estudio.

Muestras: estimador $Chao_2$

$$S_{Chao\,2} = S_{obs} + \frac{Q_1^2}{Q_2^2}$$

S_{obs}= Riqueza de especies capturada mediante el muestreo

Q_1= No. de especies que fueron registradas solamente en una muestra (singletes)
Q_2= No. de especies que fueron registradas en dos muestras (dobletes)

Donde la división de Q_1 y Q_2 estiman el número de especies no capturadas en el muestreo, cuando no existen singletes ni dobletes en la muestra, indica que no hay especies no capturadas, es decir, el muestreo realizado fue exitoso.

Índices de diversidad proporcional

- **Índice de Shannon-Wiener**

Para determinar la biodiversidad de los sitios se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Somarriba, 1999).

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

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

- **Índice de Simpson modificado por Pielou Dp**

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).

$$D_p = \sum_{i=1}^{S}\left[\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}\right]$$

n_i = 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.

MUESTREO REALIZADO

A continuación, se muestra el número de sitios establecidos (puntos de conteo y transectos) en cada unidad de análisis (área del proyecto e influencia y sistema ambiental). El muestreo para determinar las especies de fauna silvestre se llevó a cabo en el mes de abril de 2018.

- **SISTEMA AMBIENTAL (SA)**

En el sistema ambiental se establecieron 9 puntos de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna y herpetofauna se establecieron 3 transectos con una longitud de 300 m cada uno.

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos:

- **Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de conteo en el sistema ambiental.**

Cuadro IV.123. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el sistema ambiental.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
1	585924.10	2189185.13	Cauce cercano con pendientes pronunciadas. Cactáceas dispersas, encinos y áreas rocosas.
2	585775.20	2189203.32	
3	585626.31	2189221.51	
4	585079.14	2189656.93	Arbolado disperso, continúa la presencia dispersa de cactáceas y pastos densos.
5	585021.08	2189795.24	
6	584963.02	2189933.55	
7	584594.02	2189960.79	El estrato arbóreo se encuentra bien representado con algunos pinos.
8	584474.57	2189870.06	
9	584355.12	2189779.33	

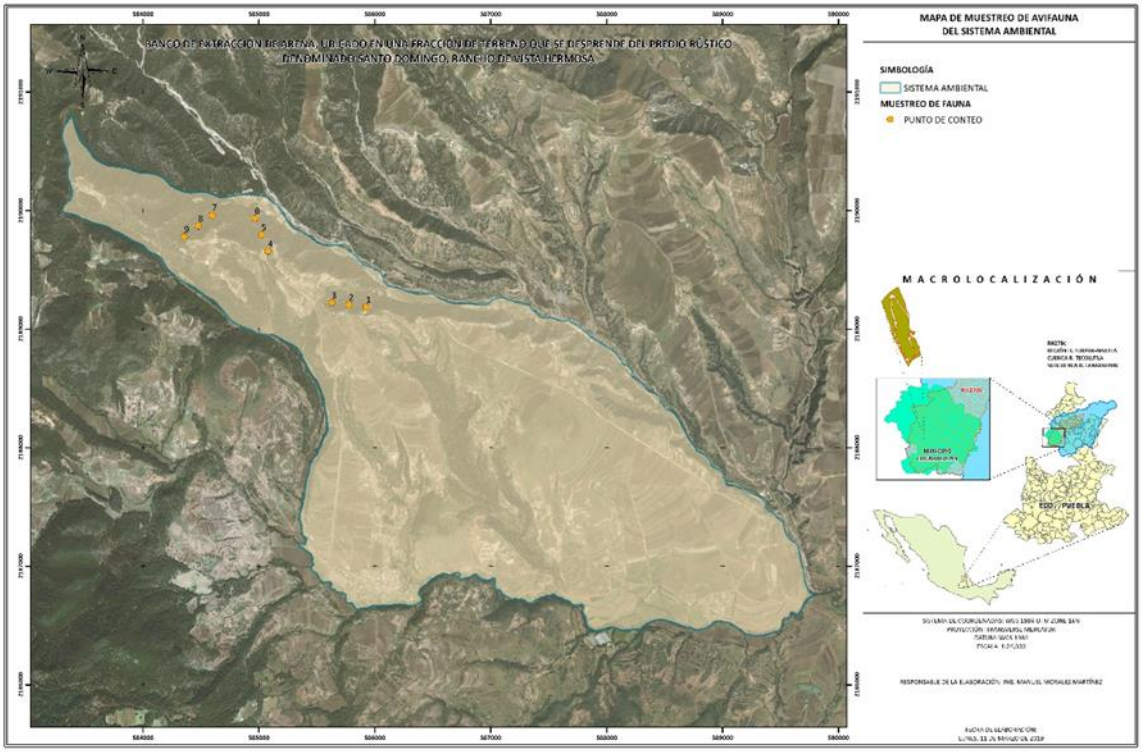


Figura IV.113. Puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el sistema ambiental.

- **Coordenadas geográficas y ubicación de los transectos establecidos en el sistema ambiental.**

Cuadro IV.124. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el sistema ambiental.

Transecto	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales				
	Inicio		Fin		Condición ambiental
	X	Y	X	Y	
1	585924.10	2189185.13	585626.31	2189221.51	Cauce cercano con pendientes pronunciadas. Cactáceas dispersas, encinos y áreas rocosas.
2	585079.14	2189656.93	584963.02	2189933.55	Arbolado disperso, continúa la presencia dispersa de cactáceas y pastos densos.
3	584594.02	2189960.79	584355.12	2189779.33	El estrato arbóreo se encuentra bien representado con algunos pinos.

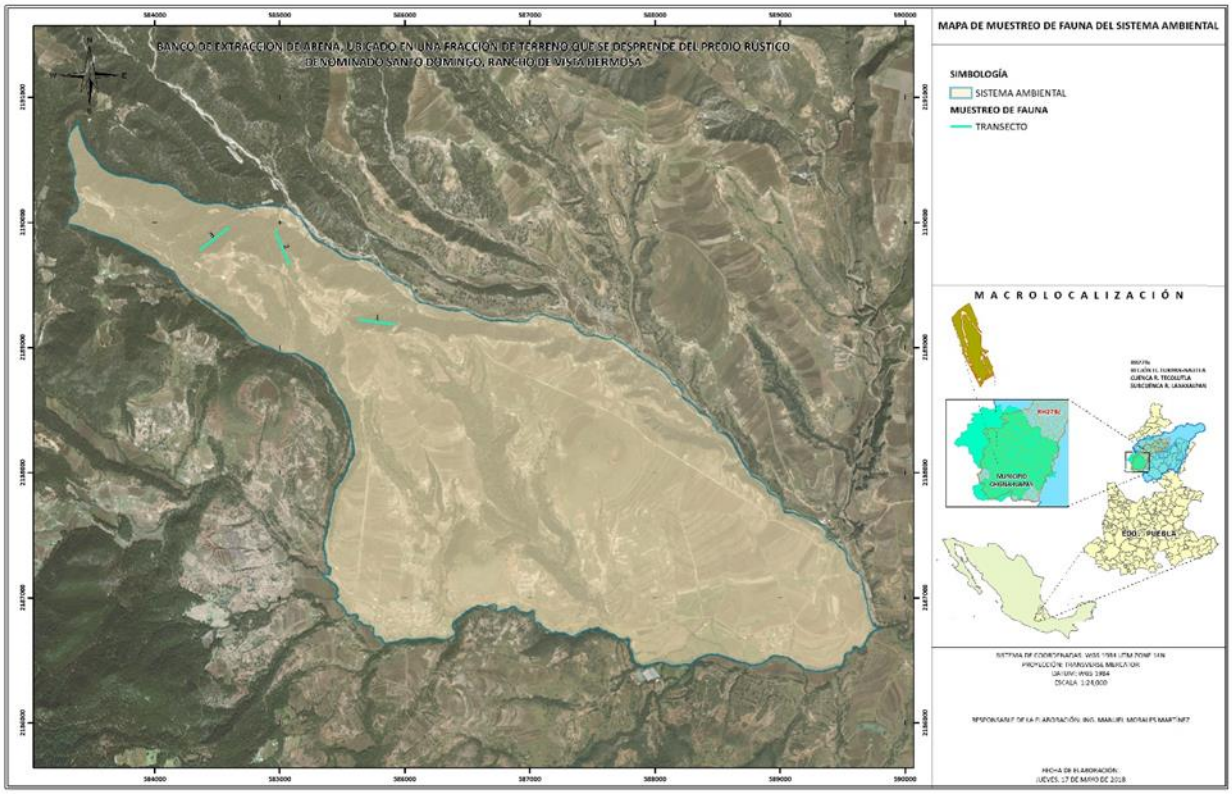


Figura IV.114. Transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el sistema ambiental.

- **ÁREA DE INFLUENCIA (AI)**

En el área de influencia se establecieron 9 puntos de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna y herpetofauna se establecieron 3 transectos con una longitud de 300 m cada uno.

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos:

- **Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de conteo en el área de influencia.**

Cuadro IV.125. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área de influencia.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
1	587033.81	2187400.43	Presencia de pinos y encinos, con pendientes pronunciadas y claros aledaños a los puntos de conteo
2	586956.78	2187529.14	
3	586879.76	2187657.85	
4	586684.56	2188003.68	Continúa la presencia de pinos, con áreas agrícolas aledañas, no hay presencia de cauces.
5	586644.75	2188148.30	
6	586604.95	2188292.92	
7	586233.42	2188660.26	
8	586173.45	2188797.75	

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
9	586113.47	2188935.24	Arbolado denso, con pino en su mayoría, el suelo presenta indicios de cárcavas. Área rocosa.

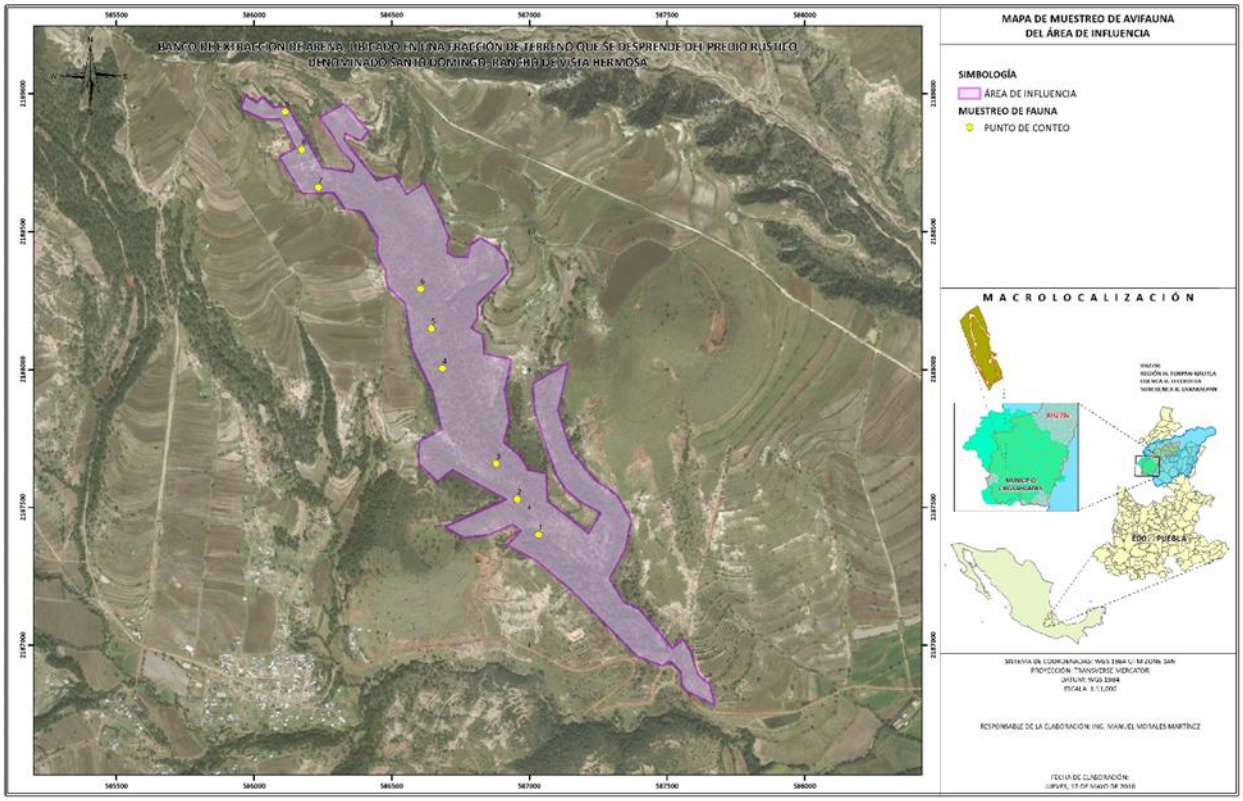


Figura IV.115. Puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área de influencia.

- **Coordenadas geográficas y ubicación de los transectos establecidos en el área de influencia.**

Cuadro IV.126. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área de influencia.

Transecto	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales				
	Inicio		Fin		Condición ambiental
	X	Y	X	Y	
1	587033.81	2187400.43	586879.76	2187657.85	Presencia de pinos y encinos, con pendientes pronunciadas y claros aledaños a los puntos de conteo
2	586684.56	2188003.68	586604.95	2188292.92	Continúa la presencia de pinos, con áreas agrícolas aledañas, no hay presencia de cauces.

Transecto	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales				
	Inicio		Fin		Condición ambiental
	X	Y	X	Y	
3	586233.42	2188660.26	586113.47	2188935.24	Arbolado denso, con pino en su mayoría, el suelo presenta indicios de cárcavas. Área rocosa.

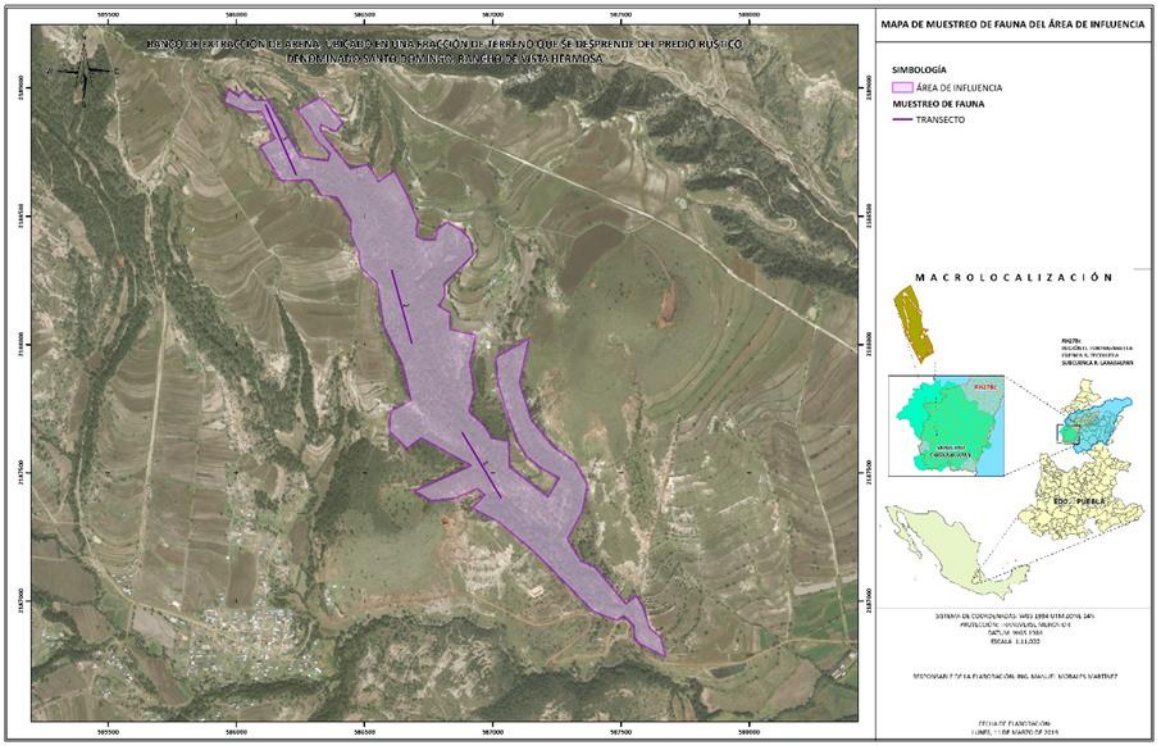


Figura IV.116. Transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área de influencia.

➢ ÁREA DEL PROYECTO (AP)

En el área del proyecto se establecieron 3 puntos de conteo para la determinación de avifauna. Por otro lado, para la determinación de especies de mastofauna y herpetofauna se estableció 1 transecto con una longitud de 300 m. En dicha área se estableció un número muy reducido de sitios de muestreo (puntos de conteo y transectos) debido a que la superficie forestal de dicha área es muy reducida.

A continuación, se muestran las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de conteo y transectos establecidos:

♦ Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de conteo en el área del proyecto.

Cuadro IV.127. Coordenadas geográficas de los puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área del proyecto.

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
PM01	585924.10	2189185.13	
PM02	585775.20	2189203.32	

Punto de conteo	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales		
	X	Y	Condición ambiental
PM03	585626.31	2189221.51	Arbolado medianamente denso, con arbustos dominantes sobre el estrato arbóreo.

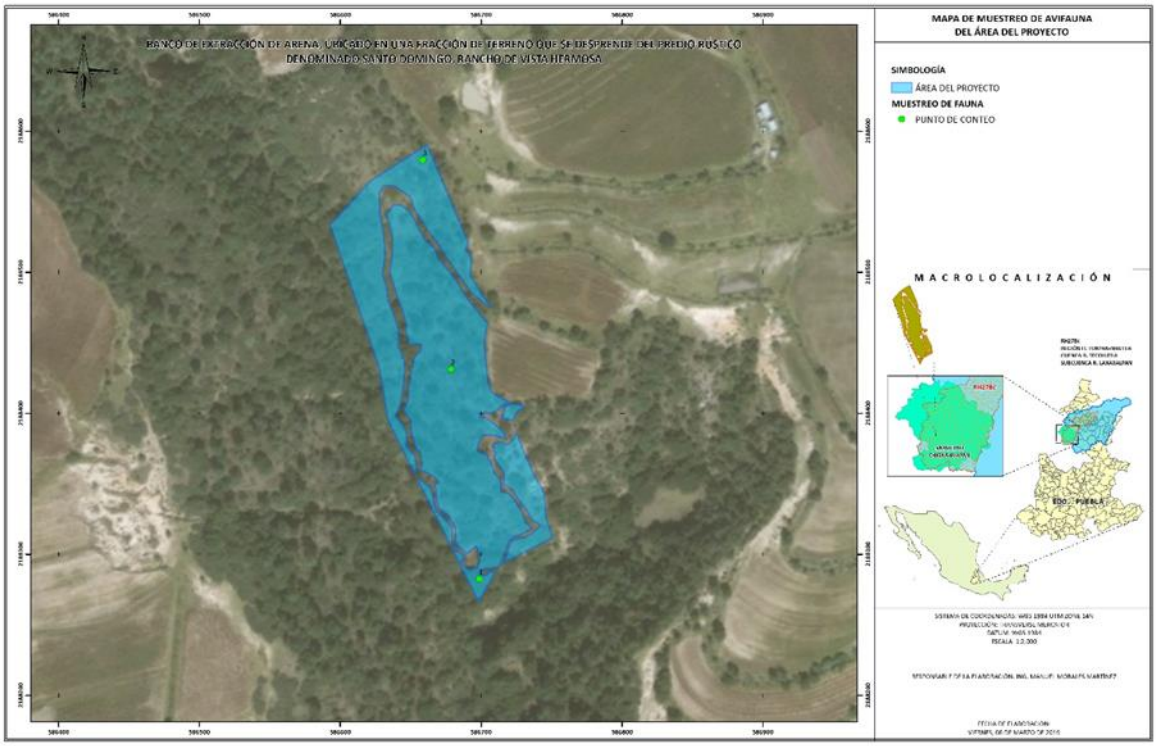


Figura IV.117. Puntos de conteo establecidos para la determinación de avifauna en el área del proyecto.

- **Coordenadas geográficas y ubicación de los transectos establecidos en el área del proyecto.**

Cuadro IV.128. Coordenadas geográficas de los transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área del proyecto.

Transecto	Coordenadas geográficas y condiciones ambientales				
	Inicio		Fin		Condición ambiental
	X	Y	X	Y	
1	586698.55	2188282.39	586658.65	2188579.72	Arbolado medianamente denso, con arbustos dominantes sobre el estrato arbóreo.

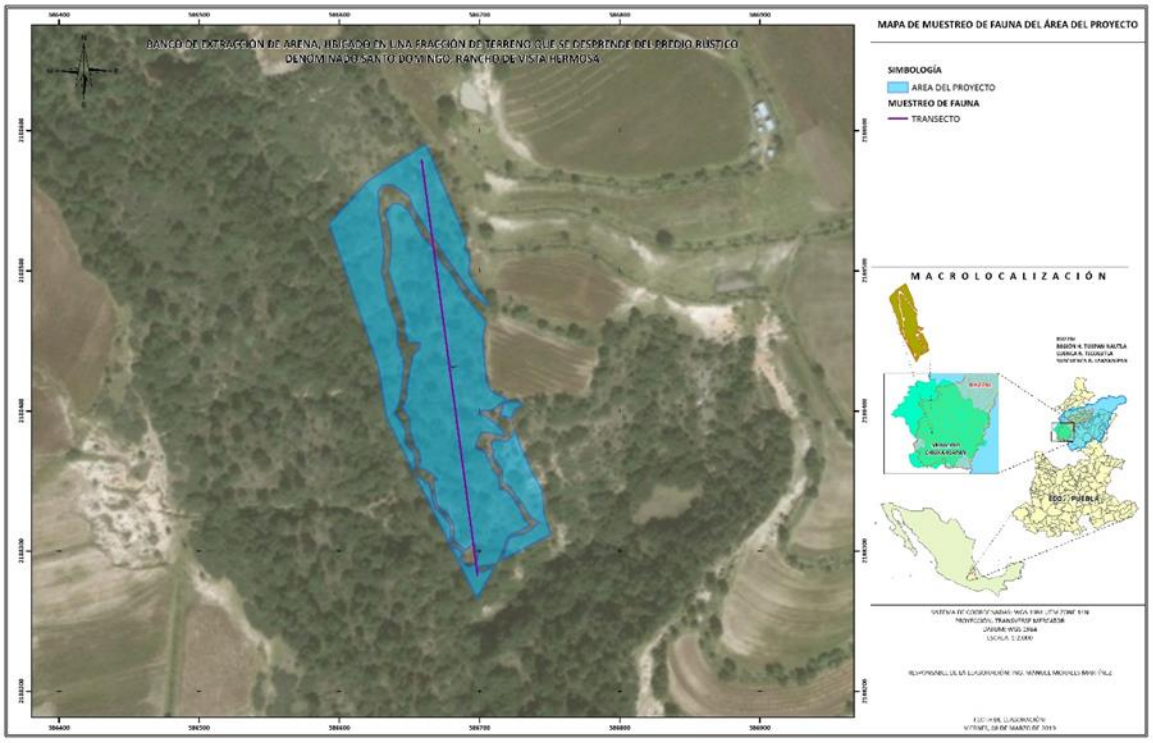


Figura IV.118. Transectos establecidos para la determinación de mastofauna y herpetofauna en el área del proyecto.

ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

ANÁLISIS DE LA AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 9 puntos de conteo establecidos en el sistema ambiental:

Cuadro IV.129. Especies de aves en el sistema ambiental, con la tendencia poblacional de cada especie, así como su categoría de endemismo y estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT- 2010.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Alimentación	Estrato	No. registros
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	SC	Creciente	R	NE	I	Dosel	3
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	SC	Creciente	R	**CE**	I	Dosel	2
3	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	SC	Creciente	MI	NE	I	Arbustivo	2
4	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	SC	Estable	R	**EN**	I	Dosel	3
5	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras	SC	Creciente	MV, MI, R	NE	I	Dosel	1
6	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	Desconocido	R	**EN**	N	Arbustivo	1
7	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	SC	Estable	R, MI	**EN**	I-F-N	Dosel	2
8	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	SC	Decreciente	R	**CE**	G-I	Herbáceo	5
9	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	SC	Creciente	R	NE	O	Dosel	2
10	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	SC	Estable	R	NE	I	Dosel	2
11	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador	SC	Estable	R, MI	NE	G-I	Herbáceo	2
12	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	SC	Creciente	MI, R	NE	I	Arbustivo	3
13	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	Estable	R	NE	I	Arbustivo	3
14	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	SC	Estable	MI	NE	I	Dosel	3
15	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	SC	Creciente	R	NE	G-I	Arbustivo	2
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	SC	Decreciente	R, MI	NE	I	Dosel	3
17	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	SC	Creciente	R, MI, T	NE	I	Arbustivo	3
18	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	SC	Creciente	R, MI	NE	I-F	Herbáceo	3
TOTAL										**45**

En el sistema ambiental, se registraron 45 individuos y 18 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, el 16.66% de las especies presentan una tendencia poblacional decreciente o desconocida y el 83.33% restante presentan una tendencia poblacional favorable.

Por otro lado, el atributo denominado estrato, corresponde al estrato del bosque en el cual se registraron las especies; de tal manera que el 50% de las especies de avifauna se encuentra en el estrato correspondiente a dosel, el 33.33% se encuentra en el estrato arbustivo, y el 16.66% restante de especies se encuentra en el estrato herbáceo.

La mayoría de la avifauna registrada en el sistema ambiental, se caracteriza por presentar una dieta insectívora principalmente, lo cual indica que aunque se encuentren en el dosel de los árboles, en algún momento dado frecuentan estratos inferiores en búsqueda 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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.130. Matriz de abundancia de la avifauna registrada en el sistema ambiental.

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA									
			PC01	PC02	PC03	PC04	PC05	PC06	PC07	PC08	PC09	ni
1	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3
2	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
3	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3
5	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7	*Icterus abeillei*	Calandria	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
8	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	0	0	0	2	2	0	0	0	1	5
9	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
10	*Myioborus miniatus*	Pavito	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
11	*Pipilo maculatus*	Rascador	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
12	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3
13	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
14	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
15	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
16	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
17	*Troglodytes aedon*	Saltapared	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3
18	*Turdus migratorius*	Primavera	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
N			**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**4**	**5**	**3**	**4**	**45**
Riqueza (S)												**3.78**
Desviación estándar												**0.67**
Max ni												**5**
Dominancia (D)												**0.11**

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 promedio de aves en los 9 puntos de conteo establecidos de 3.78 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 11% en el sistema ambiental. 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 sistema ambiental.

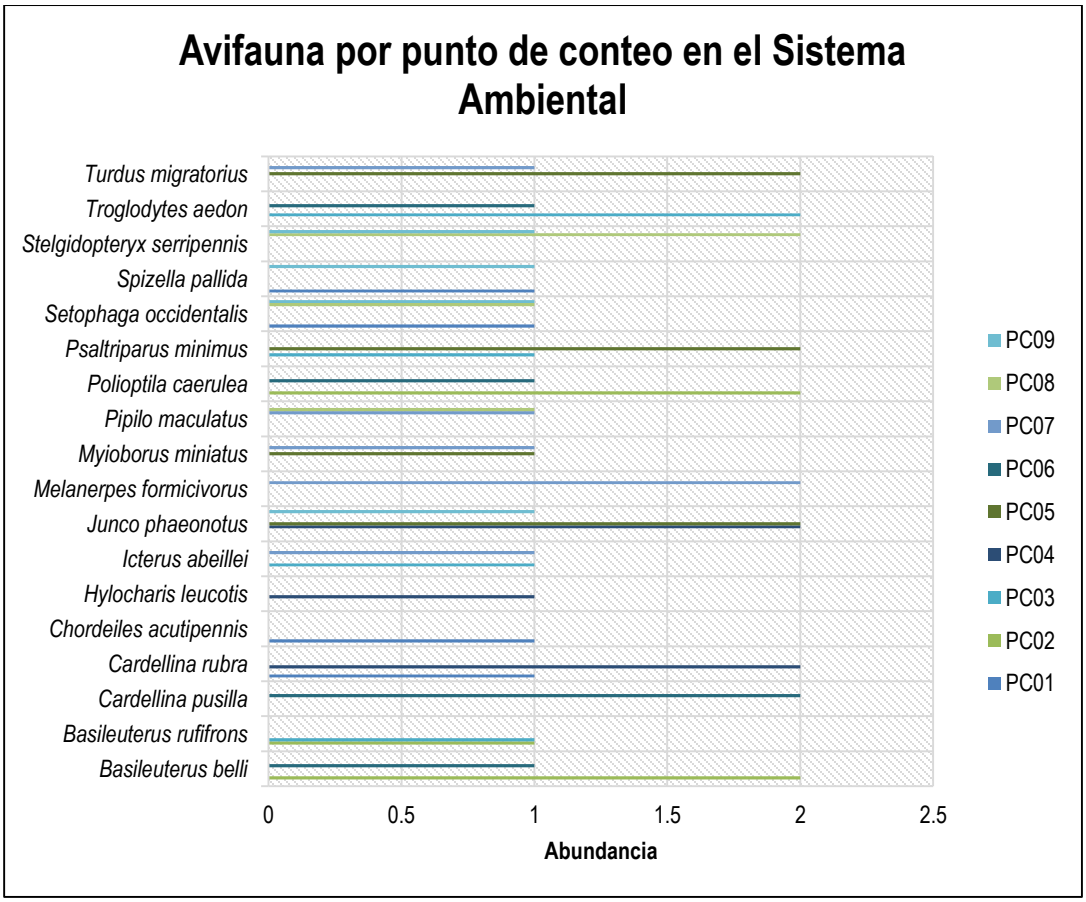


Figura IV.119. Especies de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el sistema ambiental.

Cuadro IV.131. Riqueza específica de la avifauna en el sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
11	16	18

De las 11 familias de avifauna registradas en el sistema ambiental, la familia mejor representada corresponde a Parulidae y Emberizidae con 6 y 3 especies respectivamente.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

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 forestal del sistema ambiental es amplia, por lo tanto, realizar un muestreo 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 sistema ambiental en función de la superficie de la misma.

Cuadro IV.132. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Puntos de conteo	Especies acumuladas
PC01	4
PC02	7
PC03	10
PC04	12
PC05	14
PC06	14
PC07	18
PC08	18
PC09	18

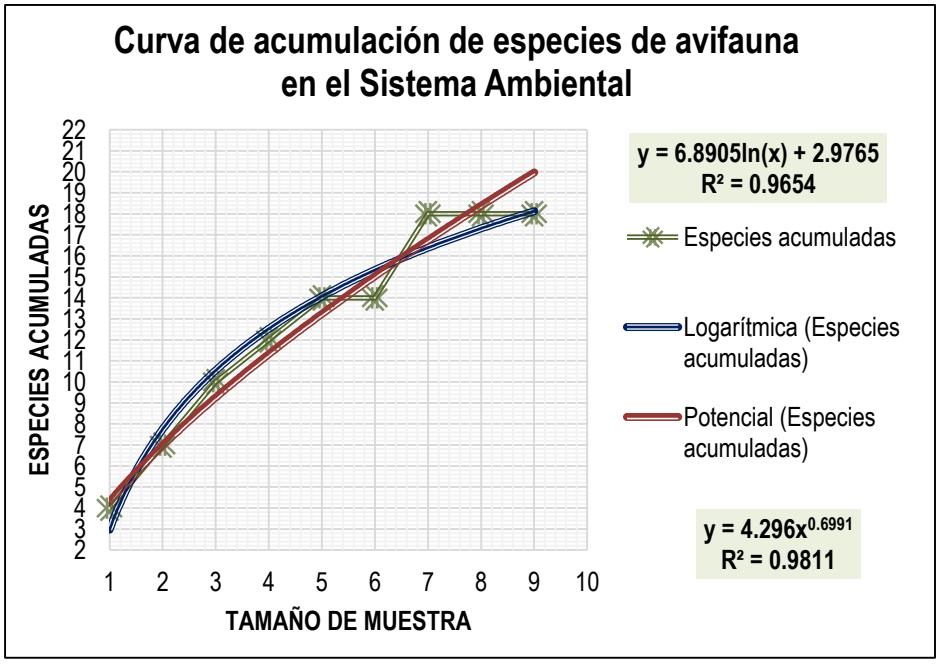


Figura IV.120. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el sistema ambiental se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.133. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo potencial			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
9	4.296	0.6991	20

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 20 especies de avifauna en el sistema ambiental. Lo cual indica que se registraron el 90% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes, ya que en el muestreo realizado se registraron 18 especies, por lo tanto, las dos especies adicionales se pueden atribuir a migratorias, cuya estacionalidad condiciona su presencia en etapas específicas del año.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.134. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna registrada en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	3	2.00	6	0.00
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	2	1.00	2	0.00
3	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	2	1.00	2	0.00
4	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	3	2.00	6	0.00
5	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras	1	0.00	0	0.00
6	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0.00	0	0.00
7	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	2	1.00	2	0.00
8	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	5	4.00	20	0.01
9	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	2	1.00	2	0.00
10	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	2	1.00	2	0.00
11	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador	2	1.00	2	0.00
12	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	3	2.00	6	0.00
13	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	2.00	6	0.00
14	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	3	2.00	6	0.00
15	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	2	1.00	2	0.00
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	3	2.00	6	0.00
17	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	3	2.00	6	0.00
18	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	3	2.00	6	0.00
N							**45**
N (N-1)							**1980**
Dp							**0.04**
1-Dp							**0.96**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el sistema ambiental, existe un 4% 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 96% 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 sistema ambiental.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.135. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	3	0.07	6.67	0.18
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	2	0.04	4.44	0.14
3	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	2	0.04	4.44	0.14
4	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	3	0.07	6.67	0.18
5	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras	1	0.02	2.22	0.08
6	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0.02	2.22	0.08
7	Icteridae	*Icterus abeillei*	Calandria	2	0.04	4.44	0.14
8	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	5	0.11	11.11	0.24
9	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	2	0.04	4.44	0.14
10	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	2	0.04	4.44	0.14
11	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador	2	0.04	4.44	0.14
12	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	3	0.07	6.67	0.18
13	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	0.07	6.67	0.18
14	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	3	0.07	6.67	0.18
15	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	2	0.04	4.44	0.14
16	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	3	0.07	6.67	0.18
17	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	3	0.07	6.67	0.18
18	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	3	0.07	6.67	0.18
Total				**45**	**1**	**100**	**2.83**
H´							**2.83**
H´ max = Ln S							**2.89**
JH´= H/Hmax							**0.98**

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 18 especies de avifauna registrada en el sistema ambiental, dicha especie corresponderá a *Junco phaeonotus* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

Para la determinación de mastofauna algunas especies fueron avistadas, sin embargo, para otras de ellas su abundancia fue determinada a través de su tasa de defecación. A continuación, se presenta la metodología empleada:

- **Método de conteo de grupos fecales**

El método de conteo de grupos fecales se usa como un índice de abundancia modelado en relación a la densidad de grupos fecales encontrados y la frecuencia de aparición. Dicho método ha sido propuesto para estimar la densidad poblacional, el supuesto general subyace en que la acumulación de los grupos fecales está relacionada con la densidad poblacional y toma como base la producción diaria de grupos fecales por individuo (Gallina, 2015). Para convertir el número de excretas a densidad de especies se utiliza el siguiente algoritmo:

$$D = \frac{NP \; x \; PE}{TD}$$

D= Densidad de individuos

NP= Sitios de muestreo por transecto

PE= Promedio de grupos fecales por transecto

TD= Tasa de defecación

En el presente muestreo, los transectos presentaron 9 sitios de muestro a lo largo de los 300 m que presenta de longitud el mismo. La tasa de defecación por otro lado, fue determinada a través de la consulta bibliográfica. A continuación, se muestran los cálculos realizado a través de la fórmula presentada:

Cuadro IV.136. Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el sistema ambiental.

Transecto	Familia	Nombre científico	Nombre común	Rastro	Excretas	f(i)	n
1	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo del desierto	--	39	2	4
1					41	2	
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	6	--	--	2
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	--	36	2	2
2	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	--	39	2	2
2	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra	--	1	2	1
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	--	39	2	2
3	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	4	--	--	1

Como se mencionó anteriormente, dichos cálculos corresponden únicamente a las especies que fueron identificadas a través de sus rastros (excretas), de tal manera que, a continuación, se muestra el listado completo de especies de mastofauna que se registraron en los 6 transectos establecidos en el sistema ambiental; dicho listado incluye tanto a las especies avistadas, como aquellas que fueron determinadas indirectamente a través de sus rastros. Por lo tanto, se muestra el número total de individuos que incluye a aquellos individuos observados, y los determinados a través del cálculo de excretas:

Cuadro IV.137. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tendencia poblacional	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Porcentaje de ocurrencia	Especies asociadas	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	Creciente	SC	45.00%	Peromyscus difficilis, P. melanotis y Otospermophilus variegatus	Común	Pareja	Omnívoro	3
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	Creciente	SC	81.00%	Canis latrans, U. cinereoargenteus, Lynx rufus	Abundante	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	2
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	Creciente	SC	77.00%	Canis latrans, U. cinereoargenteus, Lynx rufus	Abundante	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	2
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Creciente	SC	90.00%	Canis latrans, U. cinereoargenteus, Lynx rufus	Abundante	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	6
5	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra	Estable	SC	15.00%	Sylvilagus floridanus, S. cunicularius, P. maniculatus, P. difficilis, Thomomys umbrinus	Poco común	Solitario	Omnívoro	1
TOTAL											**14**

En el sistema ambiental se registraron 14 individuos y 5 especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de amenaza. En lo referente a la tendencia poblacional, todas las especies presentan una tendencia creciente.

Por otro lado, todas las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental son abundantes en la superficie muestreada, ya que presentan un porcentaje de ocurrencia elevado. Dichas especies se caracterizan en su mayoría por presentar una dieta herbívora, a excepción de *U. cinereoargenteus* y *S. aureogaster*, especies omnívoras.

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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.138. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna registradas en cada transecto en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
				T01	T02	T03	ni
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	2	0	1	3
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	0	2	0	2
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	0	0	2	2
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	4	2	0	6
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	0	1	0	1
N				**2**	**3**	**2**	**14**
Riqueza (S)							**2.33**
Desviación estándar							**0.58**
Max ni							**6**
Dominancia (D)							**0.43**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el sistema ambiental. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los 3 transectos establecidos de 2.33 especies de mastofauna por transecto. 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 43% en el sistema ambiental. A continuación, se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas en el sistema ambiental.

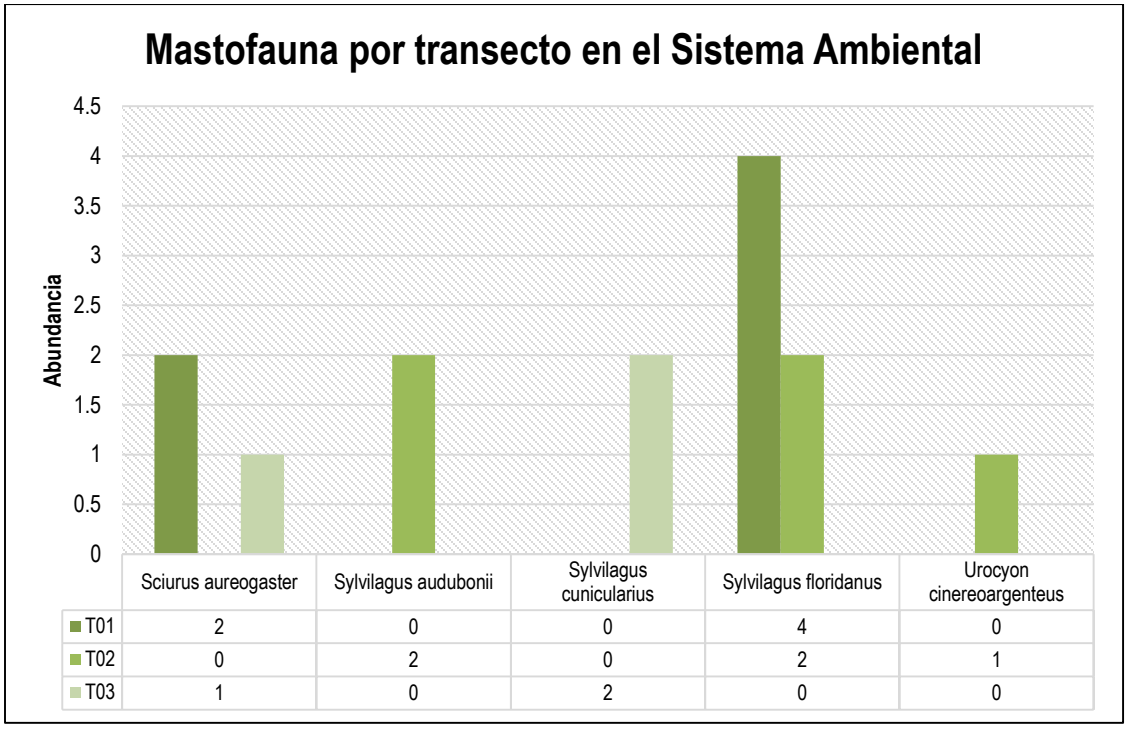


Figura IV.121. Distribución de los individuos de las especies de mastofauna en cada transecto en el sistema ambiental.

Cuadro IV.139. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
3	3	5

De las 3 familias de mastofauna registradas en el sistema ambiental, la familia mejor representada corresponde a Leporidae con tres especies. Por otro lado, el género mejor representado corresponde a Sylvilagus con 3 especies, el resto de los géneros se encuentra representado por una especie.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

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 forestal del sistema ambiental es amplia, por lo tanto, realizar un muestreo 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 sistema ambiental.

Cuadro IV.140. Especies acumuladas de mastofauna en los transectos establecidos en el sistema ambiental.

Transectos	Especies acumuladas
T01	2
T02	4
T03	5

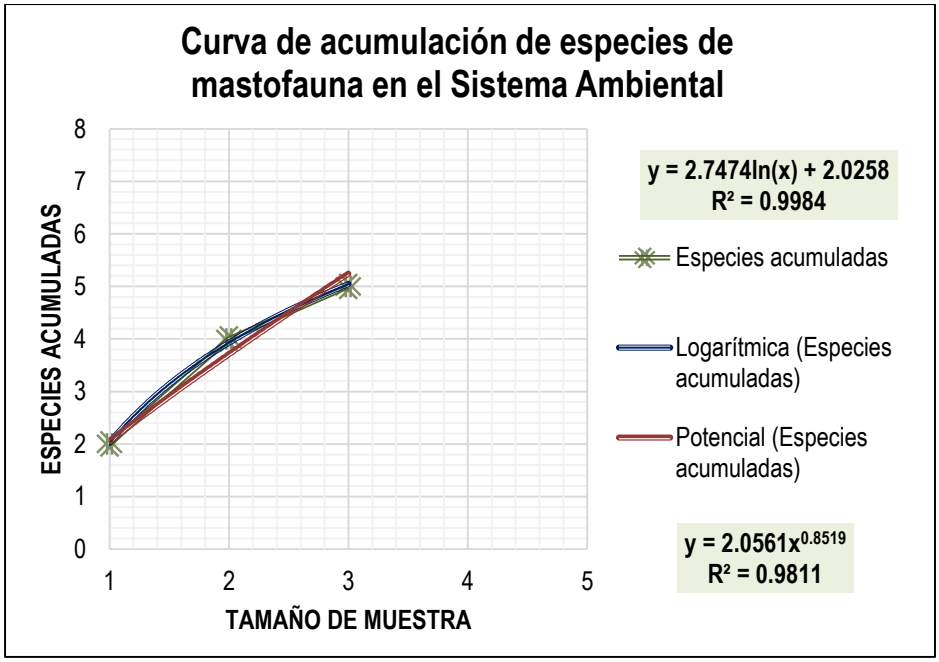


Figura IV.122. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, el modelo logarítmico es el que mejor se ajusta. Por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el sistema ambiental se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.141. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	2.0258	2.7474	5

De acuerdo a los resultados obtenidos, se registraron todas las especies que de acuerdo al modelo logarítmico se encuentran presentes en el sistema ambiental. Dicho resultado puede ser considerablemente confiable, debido a que la mayoría de la superficie del sistema ambiental se encuentra conformada por asentamientos humanos y terrenos agrícolas, ya que únicamente un porcentaje reducido de la superficie corresponde a vegetación forestal. Lo cual representa una porción muy reducida del hábitat potencial para las especies.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.142. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	3	2.00	6	0.03
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	2	1.00	2	0.01
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	2	1.00	2	0.01
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	6	5.00	30	0.16
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	1	0.00	0	0.00
N							**14**
N (N-1)							**182**
Dp							**0.22**
1-Dp							**0.78**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el sistema ambiental, existe un 22% 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 78% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.143. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	3	0.21	21.43	0.33
2	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	2	0.14	14.29	0.28
3	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	2	0.14	14.29	0.28
4	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	6	0.43	42.86	0.36
5	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	1	0.07	7.14	0.19
Total				**14**	**1**	**100**	**1.44**
H´							**1.44**
H´ max = Ln S							**1.61**
JH´= H/Hmax							**0.89**

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 cinco especies de mastofauna registrada en el sistema ambiental, dicha especie corresponderá a *Sylvilagus floridanus* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

ANÁLISIS DE LA 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 sistema ambiental:

Cuadro IV.144. Listado de especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Porcentaje de ocurrencia	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija	SC	Estable	82.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	SC	Estable	79.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	7
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	SC	Decreciente	80.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	6
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	SC	Estable	83.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	5
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	Estable	82.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
TOTAL											**26**

En el sistema ambiental se registraron 26 individuos y 5 especies de herpetofauna, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional, todas las especies presentan una tendencia estable, a excepción de *Sceloporus scalaris*.

Por otro lado, todas las especies presentan un porcentaje de ocurrencia elevado, lo cual significa que dichas especies son abundantes en el sistema ambiental.

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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.145. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de herpetofauna en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
				T01	T02	T03	ni
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija	2	0	2	4
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	3	2	7
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	2	2	2	6
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	2	0	3	5
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	0	2	2	4
N				**4**	**3**	**5**	**26**
Riqueza (S)							**5.00**
Desviación estándar							**1.00**
Max ni							**7**
Dominancia (D)							**0.27**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el sistema ambiental. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 3 transectos establecidos de 5.00 especies de herpetofauna por transecto. 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 27% en el sistema ambiental.

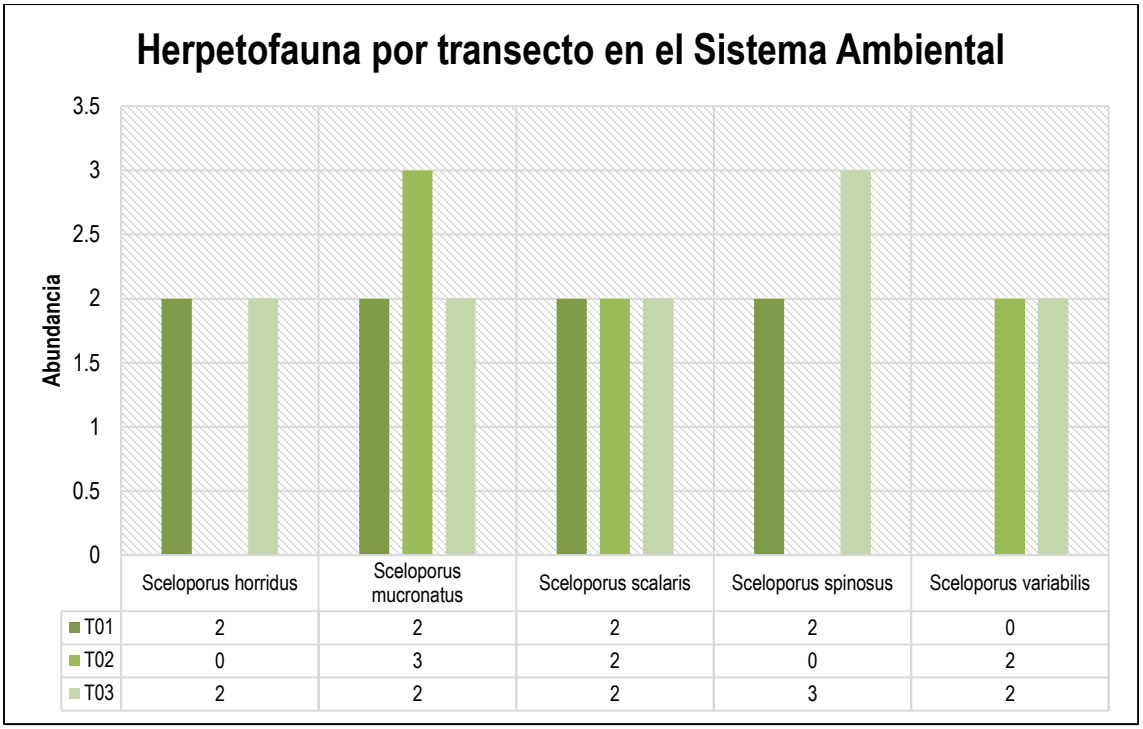


Figura IV.123. Distribución de cada uno de los individuos de las especies de herpetofauna en cada transecto en el sistema ambiental.

Cuadro IV.146. Riqueza específica de herpetofauna en el sistema ambiental.

Familias	Géneros	Especies
1	1	5

En el sistema ambiental solamente se registró la presencia de una familia, la cual corresponde a la familia Phrynosomatidae, representada con cinco especies.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies de mastofauna 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 forestal del sistema ambiental es amplia, por lo tanto, realizar un muestreo en la totalidad de la misma implica una inversión de tiempo considerablemente alta. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de herpetofauna presentes en el sistema ambiental.

Cuadro IV.147. Especies acumuladas de herpetofauna en cada uno de los transectos establecidos en el sistema ambiental.

Transectos	Especies acumuladas
T01	4
T02	5
T03	5

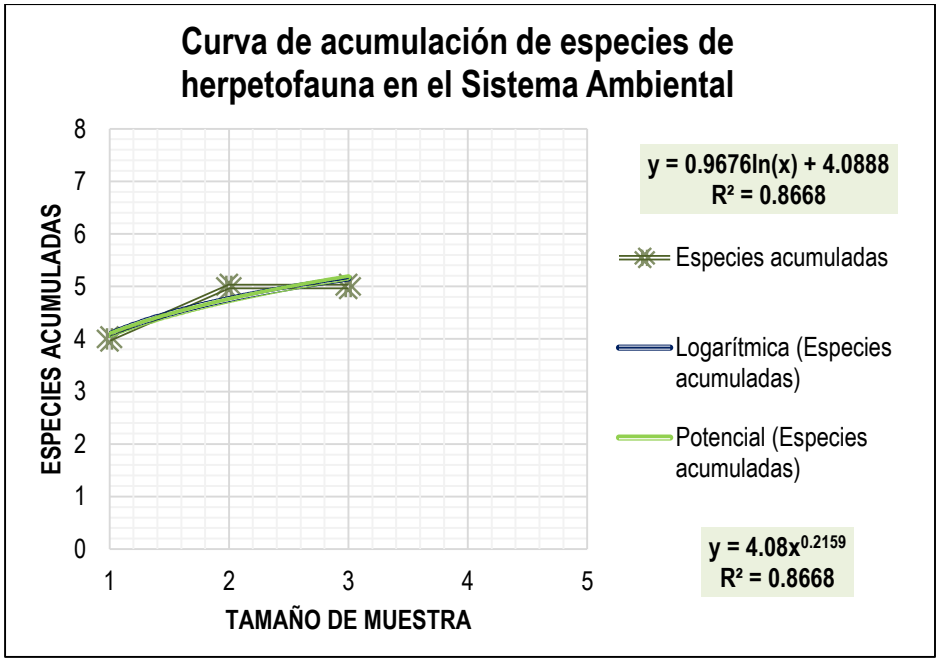


Figura IV.124. Curva de acumulación de especies de herpetofauna con un modelo potencial y logarítmico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la curva que se muestra previamente, ambos modelos se ajustan de igual manera, sin embargo, se mostrará el modelo logarítmico. Por lo tanto, el cálculo para obtener el número de especies que se encuentran estadísticamente en el sistema ambiental se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.148. Riqueza específica de herpetofauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	4.0888	0.9676	5

De acuerdo al análisis realizado, se obtuvo una riqueza específica de 5 especies de herpetofauna en el sistema ambiental, lo cual indica que se registró el 100% de las especies que estadísticamente se encuentran en el área.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.149. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna presentes en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija	4	3.00	12	0.02
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	7	6.00	42	0.06
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	6	5.00	30	0.05
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	5	4.00	20	0.03
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	4	3.00	12	0.02

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
N							26
N (N-1)							650
Dp							0.18
1-Dp							0.82

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el sistema ambiental, existe un 18% 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 82% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.150. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija	4	0.15	15.38	0.29
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	7	0.27	26.92	0.35
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	6	0.23	23.08	0.34
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	5	0.19	19.23	0.32
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	4	0.15	15.38	0.29
Total				**26**	**1**	**100**	**1.58**
H´							**1.58**
H´ max = Ln S							**1.61**
JH´= H/Hmax							**0.98**

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 cinco especies de herpetofauna registrada en la cuenca, dicha especie corresponderá a *Sceloporus mucronatus*, ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el sistema ambiental (ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO, CAPÍTULO IV, ANEXO IV.G. ÌNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL SA).

ANÁLISIS DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

AVIFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de avifauna que fueron registradas en los 9 puntos de conteo establecidos en el área de influencia:

Cuadro IV.151. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el área de influencia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Alimentación	Estrato	No. registros
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	SC	Creciente	R	NE	I	Dosel	3
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	SC	Creciente	R	**CE**	I	Dosel	2
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	SC	Estable	R	**EN**	I	Dosel	3
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	Desconocido	R	**EN**	N	Arbustivo	1
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	SC	Decreciente	R	**CE**	G-I	Herbáceo	5
6	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	SC	Creciente	R	NE	O	Dosel	2
7	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	SC	Estable	R	NE	I	Dosel	2
8	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador	SC	Estable	R, MI	NE	G-I	Herbáceo	2
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	SC	Creciente	MI, R	NE	I	Arbustivo	3
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	Estable	R	NE	I	Arbustivo	3
11	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	SC	Estable	MI	NE	I	Dosel	3
12	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	SC	Decreciente	R, MI	NE	I	Dosel	3
13	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	SC	Creciente	R, MI, T	NE	I	Arbustivo	3
14	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	SC	Creciente	R, MI	NE	I-F	Herbáceo	3
Total										**38**

En el área de influencia se registraron 38 individuos y 14 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo. En lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, la mayoría de las especies de avifauna presentes en el área de influencia presentan una tendencia poblacional favorable (creciente y estable). Por otro lado, la mayoría de las especies se registraron en el estrato arbóreo correspondiente a dosel.

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.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.152. Matriz de abundancia de las especies de avifauna registradas en el área de influencia.

ID	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA									
			PC01	PC02	PC03	PC04	PC05	PC06	PC07	PC08	PC09	ni
1	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3
2	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
3	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3
4	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	0	0	2	0	2	0	0	0	1	5
6	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
7	*Myioborus miniatus*	Pavito	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
8	*Pipilo maculatus*	Rascador	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
9	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3
10	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3
11	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
12	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
13	*Troglodytes aedon*	Saltapared	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
14	*Turdus migratorius*	Primavera	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
N			**3**	**4**	**3**	**3**	**4**	**3**	**3**	**2**	**3**	**38**
Riqueza (S)												**3.11**
Desviación estándar												**0.60**
Max ni												**5**
Dominancia (D)												**0.13**

La riqueza específica de avifauna fue determinada por muestra, es decir, por punto de conteo establecido en el área de influencia. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de aves en los 9 puntos de conteo establecidos de 3.11 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 13% en el área de influencia. 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 área de influencia.

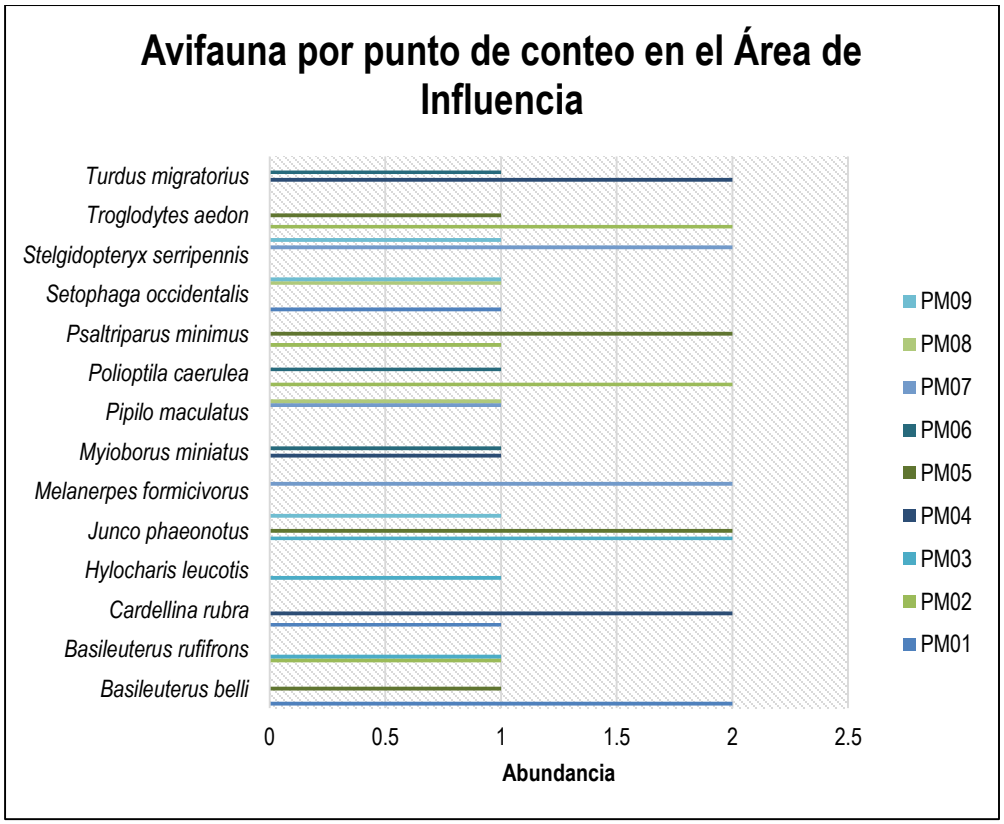


Figura IV.125. Especies de avifauna en cada punto de conteo en el que fueron registradas en el área de influencia.

Cuadro IV.153. Riqueza específica de las especies de avifauna registradas en el área de influencia.

Familias	Géneros	Especies
9	13	14

En el área de influencia se registraron 9 familias de avifauna, de las cuales la mejor representada corresponde a la familia Parulidae con 5 especies.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

A continuación, se muestran un método estadístico 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 se pueden ignorar

algunas especies debido a sus hábitos etológicos que dificultan su observación. Por lo tanto, dicho análisis arrojará un número estimado de especies de avifauna presentes en el área de influencia.

Cuadro IV.154. Especies acumuladas de avifauna para la determinación de la curva de los modelos estadísticos.

Puntos de conteo	Especies acumuladas
PC01	3
PC02	7
PC03	9
PC04	11
PC05	11
PC06	11
PC07	14
PC08	14
PC09	14

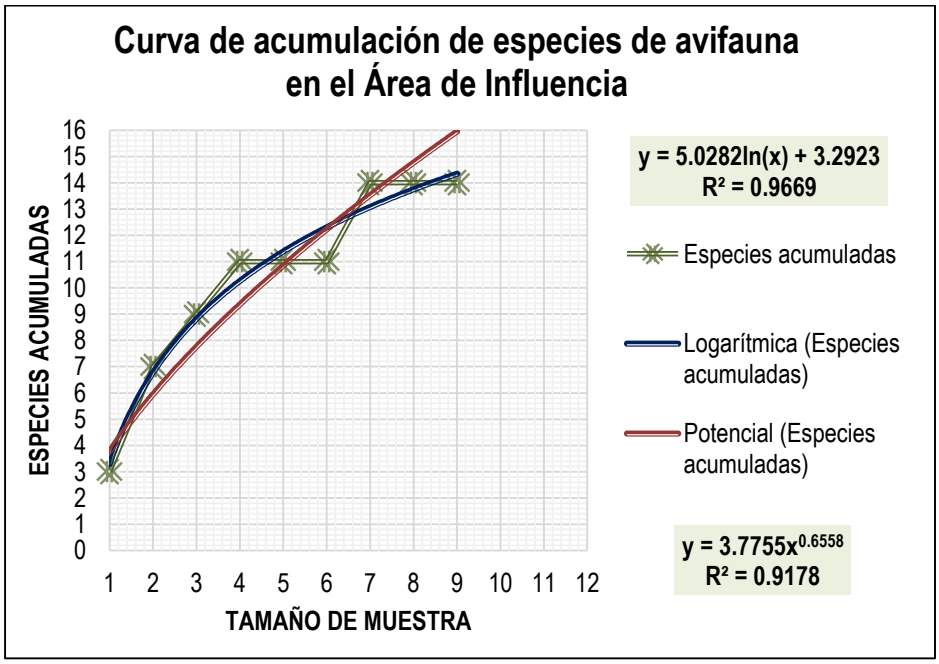


Figura IV.126. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

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 área de influencia se realizará con dicha ecuación:

Cuadro IV.155. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
9	3.2923	5.0282	14

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza específica de 14 especies de avifauna en el área de influencia. Lo cual indica que se registraron el 100% de las especies que se encuentran estadísticamente presentes en el área de influencia.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.156. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	3	2.00	6	0.00
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	2	1.00	2	0.00
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	3	2.00	6	0.00
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0.00	0	0.00
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	5	4.00	20	0.01
6	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	2	1.00	2	0.00
7	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	2	1.00	2	0.00
8	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador	2	1.00	2	0.00
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	3	2.00	6	0.00
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	2.00	6	0.00
11	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	3	2.00	6	0.00
12	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	3	2.00	6	0.00
13	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	3	2.00	6	0.00
14	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	3	2.00	6	0.00
N							**38**
N (N-1)							**1406**
Dp							**0.05**
1-Dp							**0.95**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el área de influencia, existe un 5% 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 95% 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 área de influencia.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.157. Índice de Shannon-Wiener de las especies de avifauna registradas en el área de influencia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	3	0.08	7.89	0.20
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	2	0.05	5.26	0.15
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	3	0.08	7.89	0.20
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	0.03	2.63	0.10
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	5	0.13	13.16	0.27
6	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	2	0.05	5.26	0.15
7	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	2	0.05	5.26	0.15
8	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador	2	0.05	5.26	0.15
9	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	3	0.08	7.89	0.20
10	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	0.08	7.89	0.20
11	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	3	0.08	7.89	0.20
12	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	3	0.08	7.89	0.20
13	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	3	0.08	7.89	0.20
14	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	3	0.08	7.89	0.20
Total				**38**	**1**	**100**	**2.59**
H´							**2.59**
H´ max = Ln S							**2.64**
JH´= H/Hmax							**0.98**

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 catorce especies de herpetofauna registrada en la el área de influencia, dicha especie corresponderá a *Junco phaeonotus* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

Para la determinación de mastofauna algunas especies fueron avistadas, sin embargo, para otras de ellas su abundancia fue determinada a través de su tasa de defecación. A continuación, se presenta la metodología empleada:

- **Método de conteo de grupos fecales**

El método de conteo de grupos fecales se usa como un índice de abundancia modelado en relación a la densidad de grupos fecales encontrados y la frecuencia de aparición. Dicho método ha sido propuesto para estimar la densidad poblacional, el supuesto general subyace en que la acumulación de los grupos fecales está relacionada con la densidad poblacional y toma como base la producción diaria de grupos fecales por individuo (Gallina, 2015). Para convertir el número de excretas a densidad de especies se utiliza el siguiente algoritmo:

$$D = \frac{NP \; x \; PE}{TD}$$

D= Densidad de individuos

NP= Sitios de muestreo por transecto

PE= Promedio de grupos fecales por transecto

TD= Tasa de defecación

En el presente muestreo, los transectos presentaron 9 sitios de muestro a lo largo de los 300 m que presenta de longitud el mismo. La tasa de defecación por otro lado, fue determinada a través de la consulta bibliográfica. A continuación, se muestran los cálculos realizado a través de la fórmula presentada:

Cuadro IV.158. Cálculo de densidad de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el área de influencia.

Transecto	Nombre científico	NP	TD	PE	Densidad	
1	*Sylvilagus floridanus*	9	365.4	115.50	2.84	3
2	*Sylvilagus cunicularius*	9	365.4	70	1.72	2

Como se mencionó anteriormente, dicho cálculo corresponde únicamente a las especies que fueron identificadas a través de sus rastros (excretas), de tal manera que a continuación se muestra el listado completo de especies de mastofauna que se registraron en los 3 transectos establecidos en el área de influencia, dicho listado incluye tanto a las especies avistadas, como aquellas que fueron determinadas indirectamente a través de sus rastros. Por lo tanto, se muestra el número total de individuos que incluye a aquellos individuos observados y los determinados a través del cálculo de excretas:

Cuadro IV.159. Especies de mamíferos presentes en los transectos establecidos en el área de influencia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tendencia poblacional	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Porcentaje de ocurrencia	Especies asociadas	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	Creciente	SC	45.00%	*Peromyscus difficilis, P. melanotis y Otospermophilus variegatus*	Común	Pareja	Omnívoro	2
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	Creciente	SC	77.00%	*Canis latrans, U. cinereoargenteus, Lynx rufus*	Abundante	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	2
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Creciente	SC	90.00%	*Canis latrans, U. cinereoargenteus, Lynx rufus*	Abundante	Solitario (crepuscular)	Herbívoro	4
4	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra	Estable	SC	15.00%	*Sylvilagus floridanus, S. cunicularius, P. maniculatus, P. difficilis, Thomomys umbrinus*	Poco común	Solitario	Omnívoro	1
TOTAL											**9**

En el àrea de influencia se registraron 9 individuos y 4 especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies presentan una tendencia favorable (creciente o estable). Por otro lado, los lepóridos son las especies que presentan un alto porcentaje de ocurrencia en el área, lo cual indica que son abundantes; en contraste con *S. aureogaster* y *U. cinereoargenteus*, especies que presentaron el porcentaje menor de ocurrencia en el área.

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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.160. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de mastofauna registradas en cada transecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
				T01	T02	T03	ni
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	2	0	0	2
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	0	0	2	2
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	3	1	0	4
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	0	1	0	1
N				**2**	**2**	**1**	**9**
Riqueza (S)							**1.67**
Desviación estándar							**0.58**
Max ni							**4**
Dominancia (D)							**0.44**

La riqueza específica de mastofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el área de influencia. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de mamíferos en los 3 transectos establecidos de1.67 especies de mastofauna por transecto. 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 44% en el área de influencia. A continuación, se muestra la distribución de las especies de mastofauna en cada uno de los transectos en el cual fueron registradas en el área de influencia.

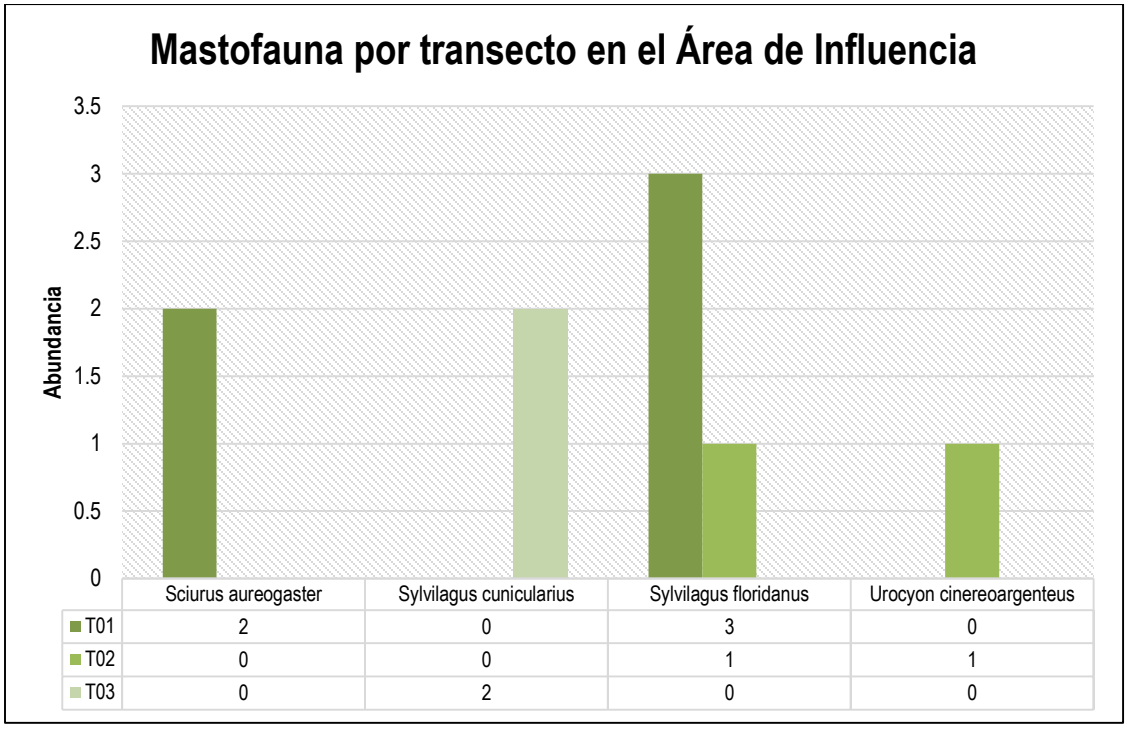


Figura IV.127. Distribución de los individuos de las especies de mastofauna en cada transecto.

Cuadro IV.161. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el área de influencia.

Familias	Géneros	Especies
3	3	4

En el área de influencia se registraron tres familias de mastofauna, la familia mejor representada corresponde a Leporidae, representada con dos géneros y dos especies.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

A continuación, se muestran métodos estadísticos para determinar el número de especies que se esperarían obtener de acuerdo al número de transectos (curvas de acumulación de especies). Dicho cálculo corresponde a un método auxiliar al muestreo realizado en campo, debido a que en ocasiones pueden pasar desapercibidas algunas especies de mamíferos, producto de la etología de las especies, condiciones climáticas, e incluso horario de muestreo. Por lo tanto, el resultado obtenido funciona como una aproximación al número de especies que se esperaría obtener en el área.

Cuadro IV.162. Especies acumuladas de mastofauna en cada uno de los transectos establecidos en el área de influencia.

Transectos	Especies acumuladas
T01	2
T02	3
T03	4

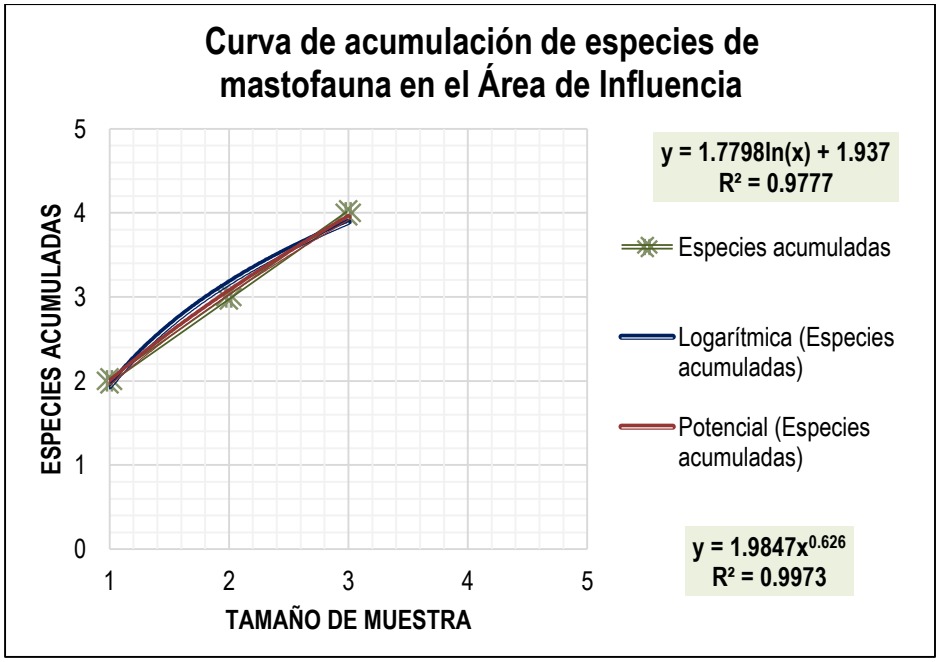


Figura IV.128. Curva de acumulación de especies de mastofauna con un modelo potencial y logarítmico.

En la curva de acumulación se muestra el valor de R^2 para cada uno de los dos modelos realizados, de acuerdo a dicho valor, el que mejor se ajusta es el modelo potencial, por lo tanto, solamente se muestra el resultado de dicho análisis.

Cuadro IV.163. Riqueza específica de mastofauna de acuerdo al modelo potencial.

Modelo potencial			
Transectos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	1.9847	0.626	4

El modelo potencial arroja como resultado una riqueza estadística de 4 especies de mamíferos para la cuenca de acuerdo a los 3 transectos que fueron establecidos. Lo cual indica que se observó el 100% de las especies estadísticamente presentes en la porción de superficie del área de influencia.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.164. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de mastofauna registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	2	1.00	2	0.03
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	2	1.00	2	0.03
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	4	3.00	12	0.17
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	1	0.00	0	0.00
N							**9**
N (N-1)							**72**

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
Dp							**0.22**
1-Dp							**0.78**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la mastofauna presente en el área de influencia, existe un 22% 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 78% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.165. Índice de Shannon-Wiener de las especies de mastofauna registradas.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	2	0.22	22.22	0.33
2	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo del desierto	2	0.22	22.22	0.33
3	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	4	0.44	44.44	0.36
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	1	0.11	11.11	0.24
Total				**9**	**1**	**100**	**1.27**
H´							**1.27**
H´ max = Ln S							**1.39**
JH´= H/Hmax							**0.92**

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 catorce especies de mastofauna registradas en el área de influencia, dicha especie corresponderá a *Sylvilagus floridanus* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

ANÁLISIS DE LA 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 área de influencia:

Cuadro IV.166. Listado de especies de herpetofauna presentes en el área de influencia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Porcentaje de ocurrencia	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. Registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	SC	Estable	79.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	6
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	SC	Decreciente	80.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	5
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	SC	Estable	83.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	Estable	82.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	3
TOTAL											**18**

En el área de influencia se registraron 18 individuos y 4 especies de herpetofauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, todas las especies presentan una tendencia poblacional favorable (creciente y estable), a excepción de *Sceloporus scalaris*, cuya tendencia poblacional se encuentra en decremento.

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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.167. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de herpetofauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
				T01	T02	T03	ni
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	2	2	2	6
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	1	2	2	5
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	2	0	2	4
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	0	2	1	3
N				**3**	**3**	**4**	**18**
Riqueza (S)							**4.00**
Desviación estándar							**0.58**
Max ni							**6**
Dominancia (D)							**0.33**

La riqueza específica de herpetofauna fue determinada por muestra, es decir, por transecto establecido en el área de influencia. De tal manera que se obtuvo un promedio de riqueza específica de herpetofauna en los 3 transectos establecidos de 4.00 especies. 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 área de influencia.

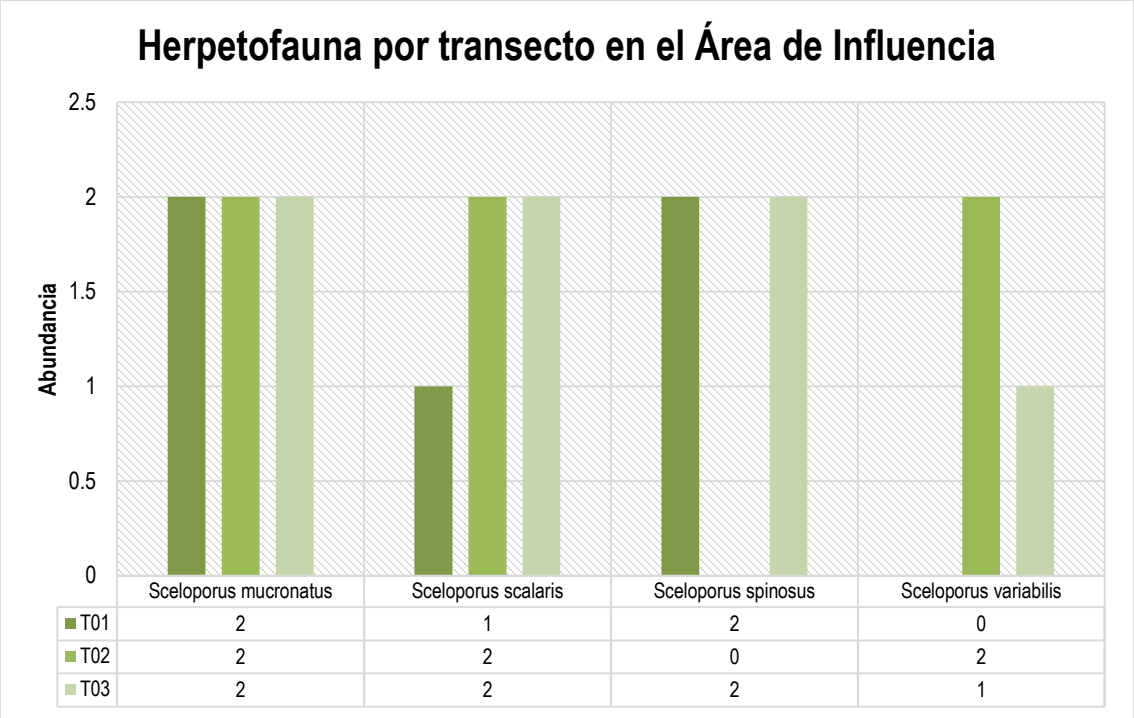


Figura IV.129. Distribución de cada uno de los individuos de las especies de herpetofauna en cada transecto.

Cuadro IV.168. Riqueza específica de la herpetofauna registrada en el área de influencia.

Familias	Géneros	Especies
1	1	4

En el área de influencia, solamente se registró una familia y un género de herpetofauna representados por cuatro especies.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.169. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	6	5.00	30	0.10
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	5	4.00	20	0.07
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	4	3.00	12	0.04
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	3	2.00	6	0.02
N							**18**
N (N-1)							**306**
Dp							**0.22**
1-Dp							**0.78**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el área de influencia, existe un 22% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de herpetofauna, y debido a que dicha probabilidad es muy baja, significa que hay más individuos de diferentes especies. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 78% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.170. Índice de Shannon-Wiener de las especies de herpetofauna registradas en el área de influencia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	6	0.33	33.33	0.37
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	5	0.28	27.78	0.36
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija	4	0.22	22.22	0.33
4	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	3	0.17	16.67	0.30
Total				**18**	**1**	**100**	**1.35**
H´							**1.35**
H´ max = Ln S							**1.39**
JH´= H/Hmax							**0.98**

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 cinco especies de herpetofauna registrada en la cuenca, dicha especie corresponderá a *Sceloporus mucronatus* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el área de influencia **(ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO, CAPÍTULO IV, ANEXO IV.H. ÌNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL AI).**

ANÁLISIS DEL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

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 área del proyecto:

Cuadro IV.171. Listado de especies de avifauna registradas en los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Estatus residencia	Endemismo	Alimentación	Estrato	No. registros
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	SC	Creciente	R	NE	I	Dosel	2
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	SC	Creciente	R	**CE**	I	Dosel	2
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	SC	Estable	R	**EN**	I	Dosel	3
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	SC	Desconocido	R	**EN**	N	Arbustivo	2
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	SC	Decreciente	R	**CE**	G-I	Herbáceo	4
6	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	SC	Estable	R	NE	I	Dosel	1
7	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	SC	Creciente	R, MI	NE	I-F	Herbáceo	2
8	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	SC	Creciente	MI, R	NE	I	Arbustivo	2
9	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	SC	Estable	R	NE	I	Arbustivo	3
10	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	SC	Creciente	R, MI, T	NE	I	Arbustivo	3
Total										**24**

En el área del proyecto se registraron 24 individuos y 10 especies de avifauna, de las cuales ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo. La diversidad avifaunística es baja en el área del proyecto, lo cual se puede atribuir a la elevada concentración de partículas de polvo ocasionada por proyectos aledaños a dicha área.

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.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.172. Matriz de abundancia y riqueza específica de las especies de avifauna registradas en el área del proyecto

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	MATRÍZ DE ABUNDANCIA			
				PC01	PC02	PC03	ni
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	2	0	0	2
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	1	1	0	2
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	1	0	2	3
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	1	1	0	2
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	0	2	2	4
6	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	0	0	1	1
7	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	0	0	2	2
8	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	2	0	0	2
9	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	0	1	2	3
10	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	0	2	1	3
N				**7**	**7**	**10**	**24**
Riqueza (S)							**8.00**
Desviación estándar							**1.73**
Max ni							**4**
Dominancia (D)							**0.17**

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 de aves en los 3 puntos de conteo establecidos de 8.00 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 17% en el área del proyecto. 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 área del proyecto.

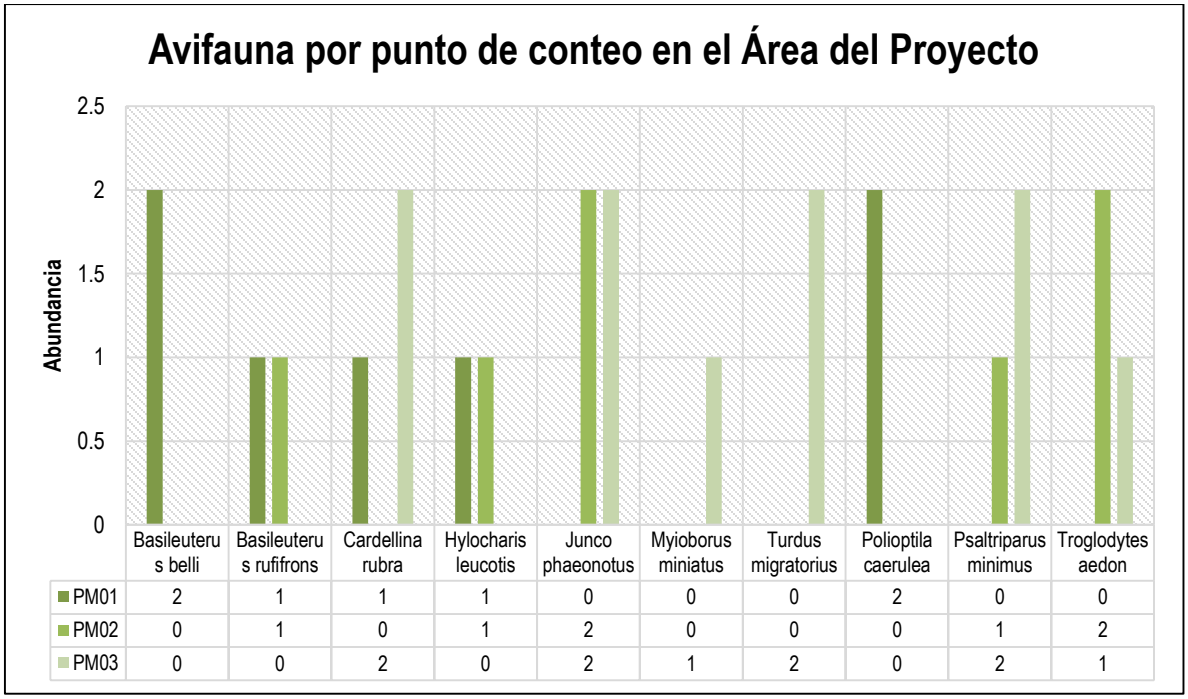


Figura IV.130. Distribución de las especies de avifauna registradas en cada uno de los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto.

Cuadro IV.173. Riqueza específica de la avifauna registrada en el área del proyecto.

Familias	Géneros	Especies
7	9	10

De las 7 familias de avifauna registradas en el área del proyecto, la familia que se encuentra mayormente representada corresponde a Parulidae con 4 especies.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

A continuación, se muestran dos 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 cálculos corresponden a un método auxiliar al muestreo realizado en campo, debido a que en ocasiones se pueden pasar desapercibidas algunas especies de aves, producto de la estacionalidad, condiciones climáticas, e incluso horario de muestreo. Por lo tanto, el resultado obtenido funciona como una aproximación al número de especies que se esperaría obtener en el área.

Cuadro IV.174. Especies acumuladas de avifauna en cada uno de los puntos de conteo establecidos en el área del proyecto.

Puntos de conteo	Especies acumuladas
PC01	5
PC02	8
PC03	10

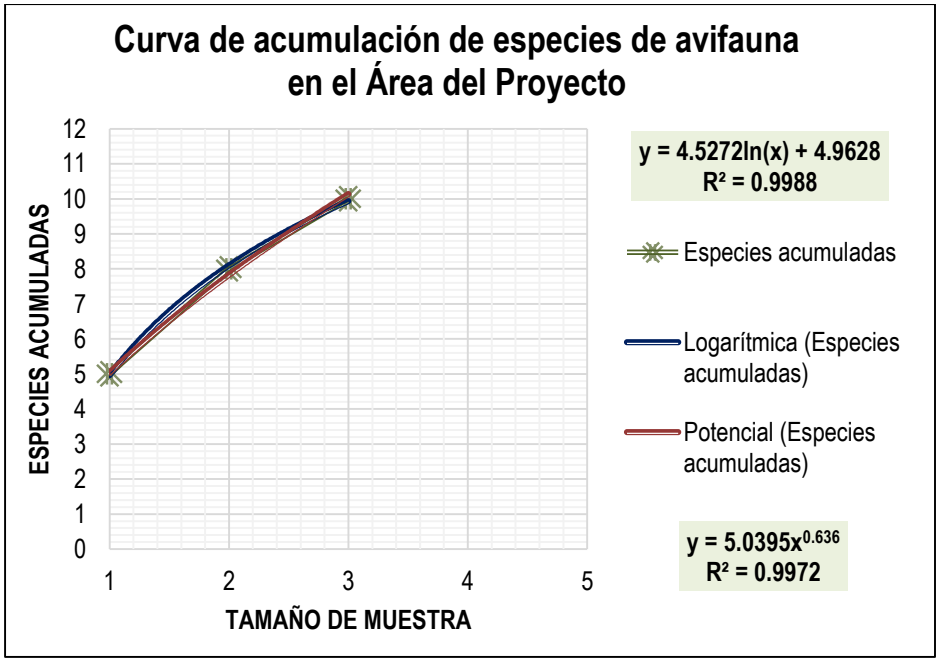


Figura IV.131. Curva de acumulación de especies de avifauna con un modelo potencial y logarítmico.

En la curva de acumulación se muestra el valor de R^2 para cada uno de los dos modelos realizados, de acuerdo a dicho valor, el que mejor se ajusta es el modelo logarítmico, por lo tanto, solamente se muestra el resultado de dicho análisis.

Cuadro IV.175. Riqueza específica de avifauna de acuerdo al modelo logarítmico.

Modelo logarítmico			
Puntos	**Alfa**	**Beta**	**Resultado**
3	4.9628	4.5272	10

El modelo logarítmico arroja como resultado una riqueza estadística de 10 especies de aves para el área del proyecto de acuerdo a los 3 puntos de conteo que fueron establecidos. Lo cual indica que se observó el 100% de las especies estadísticamente presentes en el área del proyecto.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.176. Índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el área del proyecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	2	1.00	2	0.00
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	2	1.00	2	0.00
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	3	2.00	6	0.01
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	2	1.00	2	0.00
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	4	3.00	12	0.02
6	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	1	0.00	0	0.00
7	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	2	1.00	2	0.00

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
8	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	2	1.00	2	0.00
9	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	2.00	6	0.01
10	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	3	2.00	6	0.01
N							**24**
N (N-1)							**552**
Dp							**0.07**
1-Dp							**0.93**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la avifauna presente en el área del proyecto, existe un 7% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de ave, y debido a que dicha probabilidad es muy baja, significa que hay más individuos de diferentes especies. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad de que el 93% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.177. Índice de Shannon-Wiener para la avifauna presente en el área del proyecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	2	0.08	8.33	0.21
2	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	2	0.08	8.33	0.21
3	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	3	0.13	12.50	0.26
4	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca	2	0.08	8.33	0.21
5	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	4	0.17	16.67	0.30
6	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito	1	0.04	4.17	0.13
7	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera	2	0.08	8.33	0.21
8	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris	2	0.08	8.33	0.21
9	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	3	0.13	12.50	0.26
10	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared	3	0.13	12.50	0.26
Total				**24**	**1**	**100**	**2.25**
H´							**2.25**
H´ max = Ln S							**2.30**
JH´= H/Hmax							**0.98**

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 diez especies de avifauna registrada en el área del proyecto, dicha especie corresponderá a *Junco phaeonotus* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

ANÁLISIS DE LA MASTOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

Las especies de mastofauna registradas fueron identificadas a través de evidencias, es decir, excretas y restos de material trófico roído. En cada caso, solamente se registró una excreta y dos conos roídos y, de manera aunada, el área del proyecto presenta una superficie muy reducida, comparada con el área de campeo de los dos mamíferos registrados. Por lo tanto, se puede concluir que corresponden a un individuo respectivamente. A continuación, se muestra el listado de especies registradas:

Cuadro IV.178. Listado de especies de mastofauna registradas en los transectos establecidos en el área del proyecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tendencia poblacional	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Porcentaje de ocurrencia	Especies asociadas	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla	Creciente	SC	40.00%	*Peromyscus difficilis, P. melanotis y Otospermophilus variegatus.*	Abundante	Parejas	Omnívoro	1
2	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	Estable	SC	15.00%	*Sylvilagus floridanus, S. cunicularius, P. maniculatus, P. difficilis, Thomomys umbrinus.*	Ocasional	Solitario	Omnívoro	1
TOTAL											**2**

En el área del proyecto se registraron solamente dos individuos y dos especies de mastofauna, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, ambas especies presentan una tendencia favorable (creciente y estable). Adicionalmente, se determinó el porcentaje de ocurrencia de las especies, el cual se encuentra basado en el número de registros que se tiene de las especies en la zona, disponibilidad de hábitat y recursos tróficos. De tal manera, que la especie más común corresponden a *Sciurus aureogaster* con un porcentaje de ocurrencia del 40%.

Por otro lado, en el hábitat de ambas especies presentes en el área del proyecto se ha registrado la presencia de especies adicionales (especies asociadas), con las cuales comparten los recursos y espacio de hábitat disponible, sin presentarse niveles de competencia. Tanto la ardilla como la zorra comparten el hábitat con ratones y lepóridos, lo cual significa que existe una probabilidad elevada de que dichas especies asociadas se encuentren en el área del proyecto, cuya etología impidió el avistamiento de las mismas.

A continuación, se muestran algunos atributos adicionales de ambas especies, los cuales corresponden a la estacionalidad (número de observaciones de la especie a lo largo de cada mes) y el historial (número de observaciones de la especie durante un periodo comprendido en años):

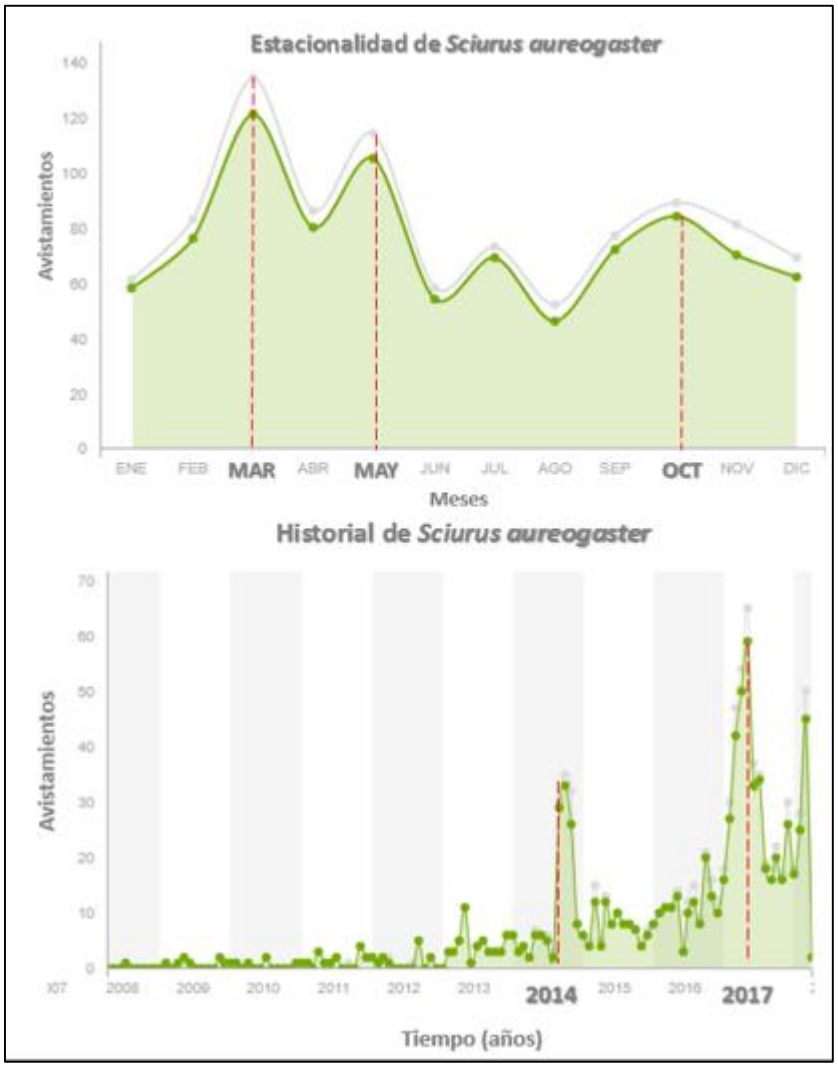


Figura IV.132. Estacionalidad e historial de *Sciurus aureogaster*.

En el caso de Sciurus aureogaster, es más común observarla durante los meses de marzo, mayo y octubre, lo cual indica que la densidad poblacional de la especie es alta durante ese lapso de tiempo, en comparación con el resto del año. Por otro lado, durante el periodo de 10 años en el cual se monitoreó a la especie, el año 2014 y 2017 resultaron con un mayor número de avistamientos, lo cual puede indicar una tendencia de aumento poblacional de la ardilla con el paso del tiempo.

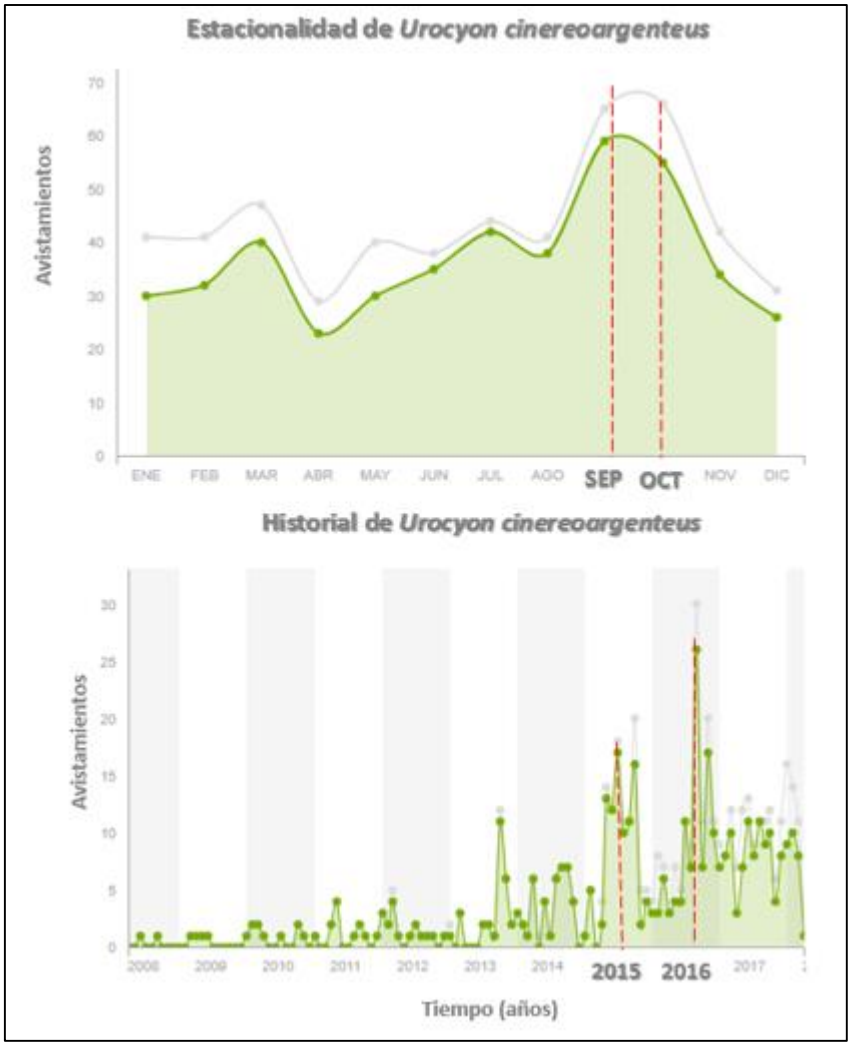


Figura IV.133. Estacionalidad e historial de *Urocyon cinereoargenteus*.

En el caso de *U. cinereoargenteus*, es más común observarla durante los meses de septiembre y octubre, lo cual indica que la densidad poblacional de la especie se encuentra en niveles elevados durante esos tres meses, en comparación con el resto del año. Por otro lado, durante el periodo de 10 años en el cual se monitoreó a la especie, el año 2015 y 2016 resultaron con un mayor número de avistamientos, lo cual puede indicar una tendencia de aumento poblacional de la zorra, sin embargo, al mismo tiempo se presenta un decremento en la densidad poblacional en el año siguiente.

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 llevará a cabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Para la mastofauna no se representará una matriz de abundancia, debido a que solamente se estableció un transecto en el área del proyecto, en el que únicamente se registró un individuo en cada una de las dos especies.

Cuadro IV.179. Riqueza específica de la mastofauna registrada en el área del proyecto.

Familias	Géneros	Especies
2	2	2

Solamente se registraron dos familias de mastofauna en el área del proyecto, igualmente representadas por una especie respectivamente. El área del proyecto presenta un número de mamíferos muy reducido debido en parte a que la superficie que presenta dicha área es muy pequeña como para considerar especies propias del área.

- **Estimación estadística de la riqueza específica**

Curvas de acumulación de especies (Modelos logarítmico y potencial)

Debido a la poca riqueza de especies que tiene el área del proyecto para los mamíferos, es irrelevante presentar la curva de acumulación de especies.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Debido a que solamente se registraron dos especies de mamíferos y un individuo de cada una, el resultado de los índices de diversidad sería irrelevante, ya que en el caso del índice de Shannon-Wiener y Simpson modificado por Pielou el resultado sería cero, al no existir dominancia de especies, ya que ambas se encuentran igualmente representadas. Por lo tanto no se presentaran ninguno de los índices.

ANÁLISIS DE LA HERPETOFAUNA

1.- LISTADO DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de especies de herpetofauna que se registraron en el transecto establecido en el área del proyecto:

Cuadro IV.180. Listado de especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto.

ID	Familia	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Tendencia poblacional	Porcentaje de ocurrencia	Importancia ecológica	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	No. registros
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	SC	Estable	79.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	4
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	SC	Decreciente	80.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	3
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	SC	Estable	82.00%	Equilibrio ecológico	Abundante	Solitario	Insectívoro	2
TOTAL											**9**

En el área del proyecto se registraron 9 individuos y 3 especies de herpetofauna, de las cuales ninguna se encuentra en listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con una categoría de riesgo. Por otro lado, en lo referente a la tendencia poblacional proporcionada por la IUCN, la mayoría de las especies presentan una tendencia estable, a excepción de *Sceloporus scalaris*, para la cual se desconoce dicha tendencia. De manera adicional, se determinó el porcentaje de ocurrencia para cada una de las especies, el cual se encuentra basado en los registros de avistamientos de las especies, disponibilidad de hábitat y depredadores potenciales. De tal manera que todas las especies presentan un alto porcentaje de ocurrencia.

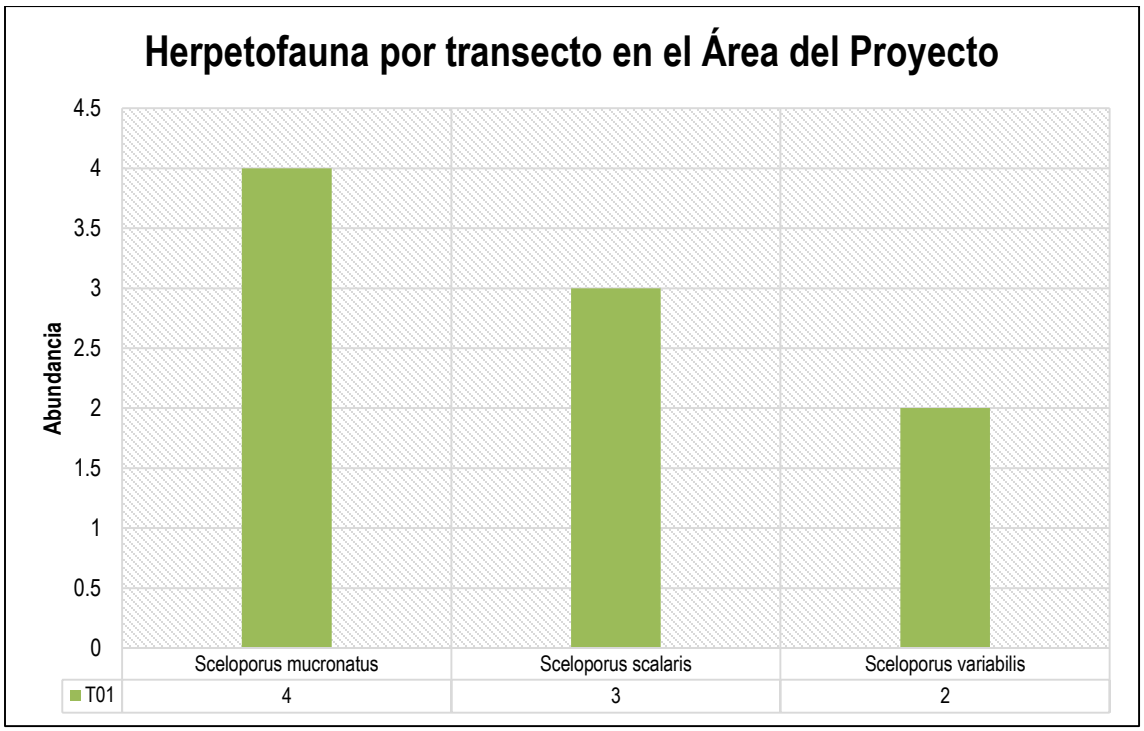


Figura IV.134. Herpetofauna registrada en el área del proyecto.

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 llevará acabo estableciendo dichos niveles de análisis que corresponden a la riqueza específica, índices de diversidad proporcional y finalmente, equidad y dominancia.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Sin embargo, para la herpetofauna no se representará una matriz de abundancia, debido a que solamente se estableció un transecto en el área del proyecto, por lo tanto, no resulta relevante presentar una matriz de abundancia.

Cuadro IV.181. Riqueza específica de herpetofauna en el área del proyecto.

Familias	Géneros	Especies
1	1	3

En el área del proyecto, solamente se registró la presencia de una familia de herpetofauna, Phrynosomatidae, la cual se encuentra representada por un género y tres especies. La familia Phrynosomatidae se caracteriza por encontrarse presente y bien representada en ecosistemas semiáridos-boscosos, por lo tanto, es una familia muy común en el área del proyecto.

DIVERSIDAD PROPORCIONAL

Índice de Simpson modificado por Pielou (D_p)

Cuadro IV.182. Índice de Simpson modificado por Pielou para las especies de herpetofauna registradas en el área del proyecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	ni-1	ni (ni-1)	ni (ni-1) /N (N-1)
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	4	3.00	12	0.17
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	3	2.00	6	0.08
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	2	1.00	2	0.03
N							**9**
N (N-1)							**72**
Dp							**0.28**
1-Dp							**0.72**

De acuerdo al valor del índice de Simpson modificado por Pielou para la herpetofauna presente en el área del proyecto, existe un 28% de probabilidad de que dos individuos de tal sitio correspondan a la misma especie de herpetofauna, y debido a que dicha probabilidad es muy baja, significa que hay más individuos de diferentes especies. Al mismo tiempo, el valor del inverso de dicho índice nos indica que existe una probabilidad del 72% de que dos individuos sean de diferentes especies.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Cuadro IV.183. Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna presente en el área del proyecto.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	n	p(i) = n/N	Abundancia relativa (%)	pi (ln (pi))*-1
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija	4	0.44	44.44	0.36
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija	3	0.33	33.33	0.37
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa	2	0.22	22.22	0.33
Total				**9**	**1**	**100**	**1.06**
H´							**1.06**
H´ max = Ln S							**1.10**
JH´= H/Hmax							**0.97**

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 tres especies de herpetofauna registrada en el área del proyecto, dicha especie corresponderá a *Sceloporus scalaris* ya que corresponde a la especie con el valor más alto correspondiente a H´.

NOTA: Se anexa la base de datos de la fauna silvestre en el área del proyecto **(ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO, CAPÍTULO IV, ANEXO IV.I. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL AP).**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN TRES UNIDADES DE ANÁLISIS (SISTEMA AMBIENTAL (SA), ÁREA DE INFLUENCIA (AI) Y ÁREA DEL PROYECTO (AP))

INFORMACIÒN COMPLEMENTARIA

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

No se reportan especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en ninguna de las unidades analizadas (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

FAUNA EN LA CITES

Cuadro IV.184. Especies de fauna silvestre enlistadas en algún apéndice perteneciente a la CITES.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Apéndice CITES	Área de registro		
					Área del Proyecto	Área de Influencia	Sistema Ambiental
Avifauna	Trochilidae	*Hylocharis leucotis*	Zafiro orejas blancas	**II**	**Presente**	**Presente**	**Presente**

Solo una especie de avifauna se encuentra registrada dentro del Apéndice II de la Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres: *Hylocharis leucotis*.

DIVERSIDAD ALFA (α)

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de fauna silvestre se realizó mediante el análisis de la riqueza específica, diversidad proporcional y finalmente, dominancia y equidad. Por lo tanto, el comparativo se realizará mediante dichas métricas. El comparativo únicamente se realizará con la avifauna y herpetofauna atendiendo las tres unidades de análisis; en lo referente a la mastofauna, dicho grupo será comparado únicamente con los datos obtenidos en el área de influencia y sistema ambiental, excluyendo únicamente el àrea del proyecto.

1.- RIQUEZA ESPECÍFICA

Cuadro IV.185. Comparativo de la riqueza específica de la fauna silvestre.

FAUNA	Área del proyecto					Área de influencia					Sistema ambiental				
	Familia	Género	Especie	Total	DMg	Familia	Género	Especie	Total	DMg	Familia	Género	Especie	Total	DMg
Avifauna	7	9	10	26	7.03	9	13	14	36	8.38	11	16	18	45	9.90
Mastofauna	2	2	2	6	1.41	3	3	4	10	2.16	3	3	5	11	2.25
Herpetofauna	1	1	4	6	1.13	1	1	4	6	1.20	1	1	5	7	1.35
TOTAL	**10**	**12**	**16**	**38**		**13**	**17**	**22**	**52**		**15**	**20**	**28**	**63**	

Se presentan el número de familias, géneros y especies de cada grupo faunístico registrados en el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental. De manera adicional se presenta el índice de Margalef (DMg), el cual convierte el número de familias, géneros y especies de cada grupo faunístico en números reales de riqueza específica; tomando como referencia de igual manera, el número total de

individuos registrado en la unidad de análisis correspondiente de cada grupo faunístico. Dicho índice se mostrará en gráficos posteriores, con el resto de las métricas de biodiversidad.

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:

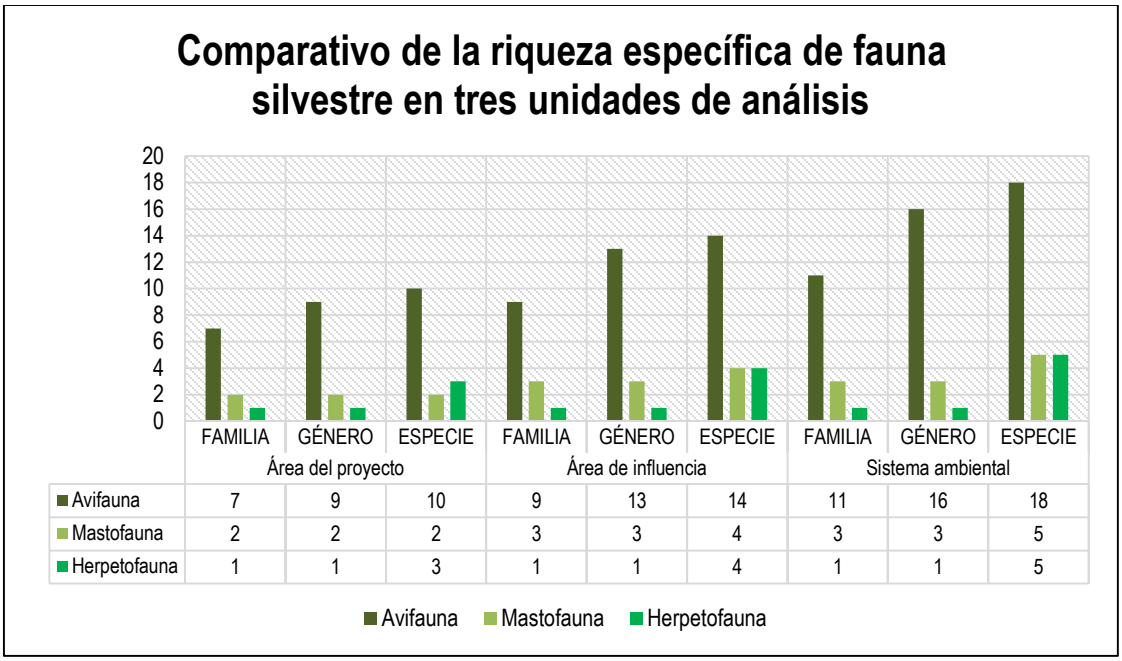


Figura IV.135. Comparativo de la riqueza específica de fauna silvestre.

2.- MÉTRICAS DE BIODIVERSIDAD

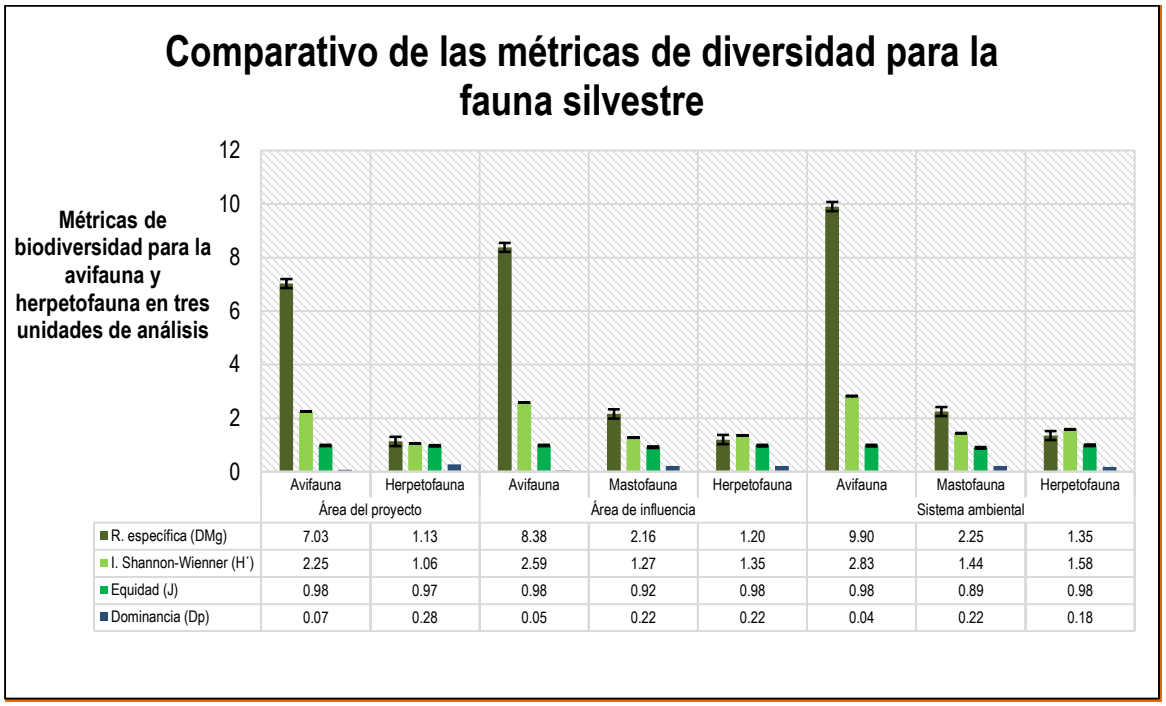
A continuación, se muestra el valor obtenido de la riqueza específica (I. Margalef), previamente mencionado, I. Shannon-Wiener, equidad y dominancia, para cada grupo faunístico, tanto en el área del proyecto e influencia, como en el sistema ambiental:

Cuadro IV.186. Comparativo de las métricas de biodiversidad para la fauna silvestre en 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)	7.03	--	1.13	8.38	2.16	1.20	9.90	2.25	1.35
I. Shannon-Wiener (H´)	2.25	--	1.06	2.59	1.27	1.35	2.83	1.44	1.58
H´max	2.3	--	1.10	2.64	1.39	1.39	2.89	1.61	1.61
Equidad (J)	0.98	--	0.97	0.98	0.92	0.98	0.98	0.89	0.98
Dominancia (Dp)	0.07	--	0.28	0.05	0.22	0.22	0.04	0.22	0.18

En primer lugar, se encuentra el índice de Margalef, en el cual valores inferiores a 2.00 son relacionados con zonas de baja riqueza (generalmente resultados de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5.00 corresponden a indicativos de alta riqueza.

A continuación, se muestra el gráfico que muestra dichas métricas, con la desviación estándar correspondiente a cada una:



	Área del proyecto		Área de influencia			Sistema ambiental		
R. específica (DMg)	7.03	1.13	8.38	2.16	1.20	9.90	2.25	1.35
I. Shannon-Wienner (H´)	2.25	1.06	2.59	1.27	1.35	2.83	1.44	1.58
Equidad (J)	0.98	0.97	0.98	0.92	0.98	0.98	0.89	0.98
Dominancia (Dp)	0.07	0.28	0.05	0.22	0.22	0.04	0.22	0.18

Figura IV.136. Comparativo de las métricas de biodiversidad de fauna silvestre en tres unidades de análisis.

DIVERSIDAD GAMMA (γ)

Debido a que el estudio está en función de tres unidades de análisis de diferente dimensión (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental), es conveniente analizar la diversidad gamma; la cual es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra los componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada, incluyendo todas las comunidades que se encuentran en ella (tres unidades de análisis). Por lo tanto, a continuación, se muestra el comparativo de la diversidad gamma (curvas de rarefacción) para el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental en los tres grupos de estudio (avifauna, mastofauna y herpetofauna).

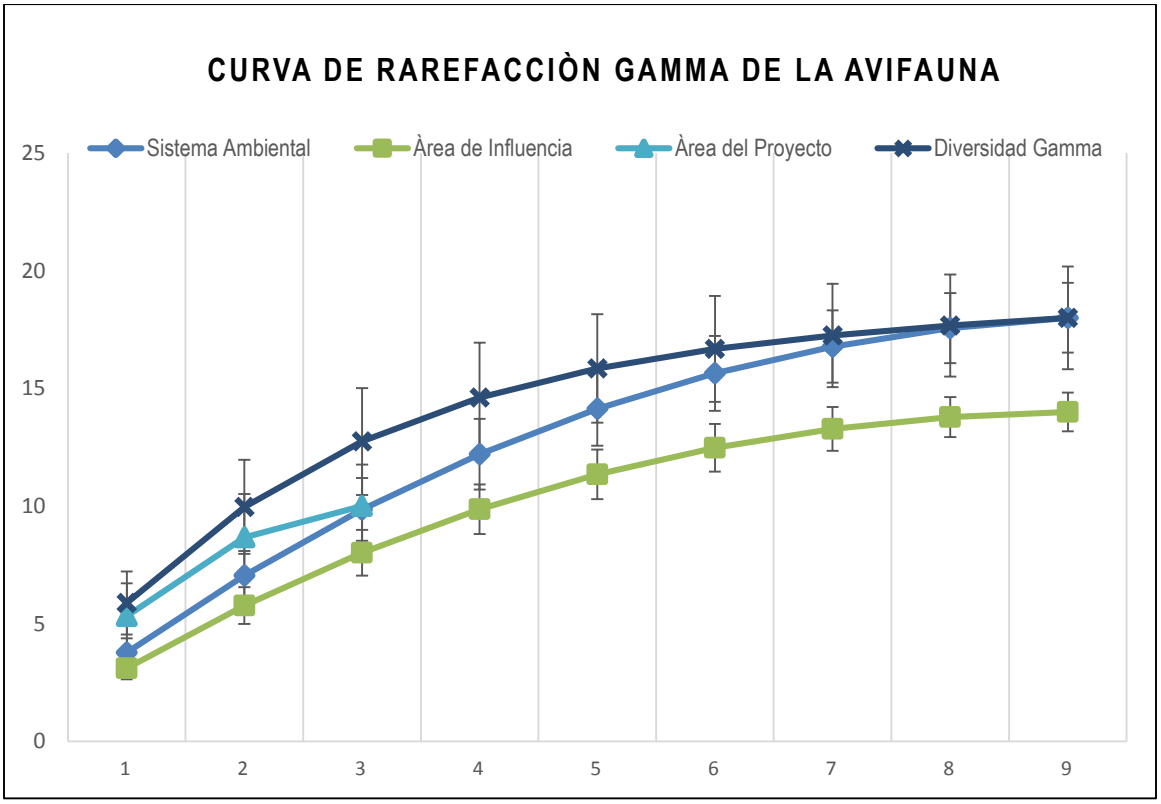


Figura IV.137. Comparativo de la diversidad gamma de la avifauna en tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental).

Como se puede observar en la figura anterior, el comparativo de la avifauna en las tres unidades de análisis está desbalanceado en lo correspondiente al área del proyecto, la cual, solo tuvo tres puntos de conteo debido a su extensión pequeña. Sin embargo, se puede observar claramente que la curva gamma representa la totalidad de las especies que se encuentran tanto en el sistema ambiental, el área de influencia y el área del proyecto.

Los IC al 95% se solapan en varios puntos de las curvas, sobre todo al inicio y final de ellas, indicando la similitud en las especies. Especialmente, la curva correspondiente al sistema ambiental tiende a parecerse a la curva gamma y la curva del área del proyecto tiende a parecerse a la del área de influencia. Por otro lado, la curva del área de influencia no comparte muchas especies con el sistema ambiental y tiene obviamente menor número de ellas.

En el caso del área del proyecto, esta tiene mayor similitud de especies con la curva gamma y el sistema ambiental, pero en una frecuencia menor que la curva gamma. Aquí es importante mencionar que, aunque aparentemente la curva del área del proyecto pareciera superar al sistema ambiental y al área de influencia en cuanto a especies y abundancia de estas, al ver su tendencia, esta seguramente se estabilizará antes de la del área de influencia.

En resumen, las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están contenidas en una gran curva gamma, teniendo especies similares de avifauna. Por lo tanto, se indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en el sistema ambiental y en el área de influencia.

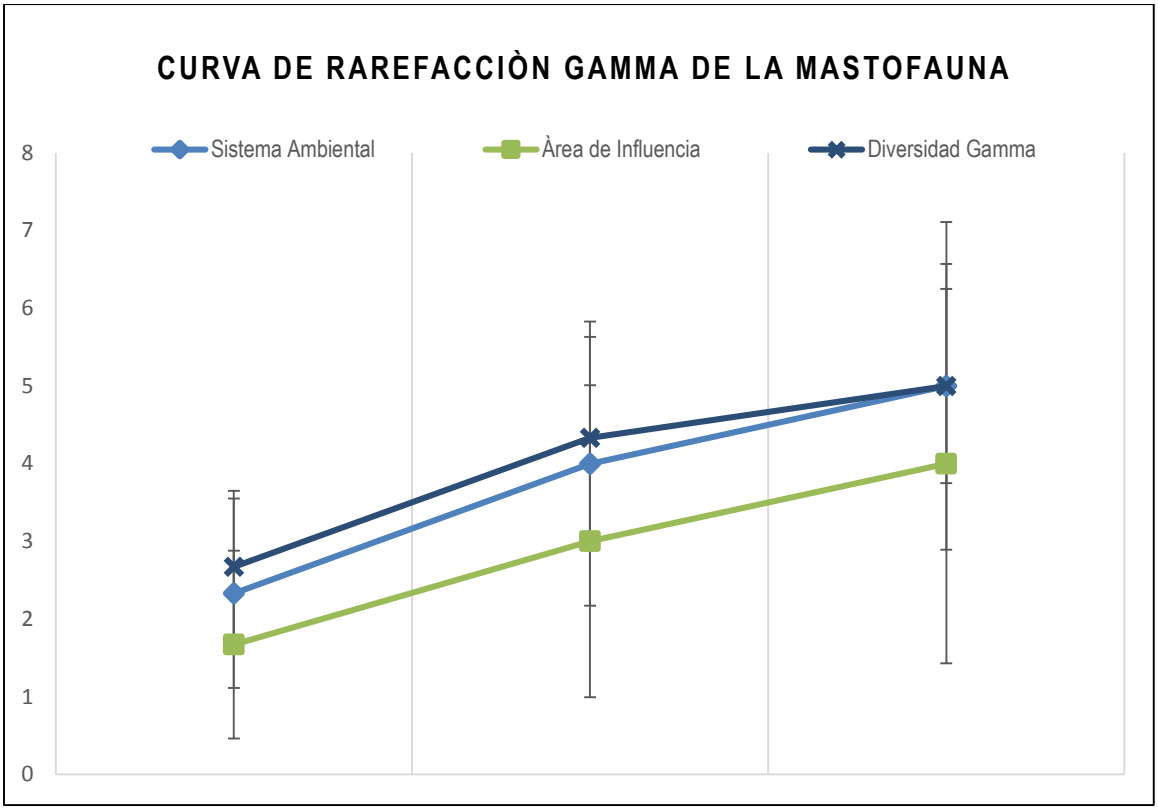


Figura IV.138. Comparativo de la diversidad gamma de la mastofauna en dos unidades de análisis (área de influencia y sistema ambiental).

Para el caso de la mastofauna se omitió el área del proyecto debido a que solo presentaba un transecto con dos individuos, pero es importante dar un panorama de las otras dos unidades de análisis (área de influencia y sistema ambiental).

De la misma manera que para la avifauna en la figura anterior, se puede observar que la curva gamma representa la totalidad de las especies presentes en todas las unidades de análisis (área de influencia, sistema ambiental e inclusive área del proyecto). Paralelas a la curva gamma van primeramente el sistema ambiental y el área de influencia compartiendo de esta manera a las especies, pero en menor número ya que sus IC al 95% se solapan.

En resumen, al igual que en los mamíferos, las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están contenidas en una gran curva gamma, teniendo especies similares de mastofauna, pero en menor proporción. Por lo tanto, se indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en el sistema ambiental y en el área de influencia.

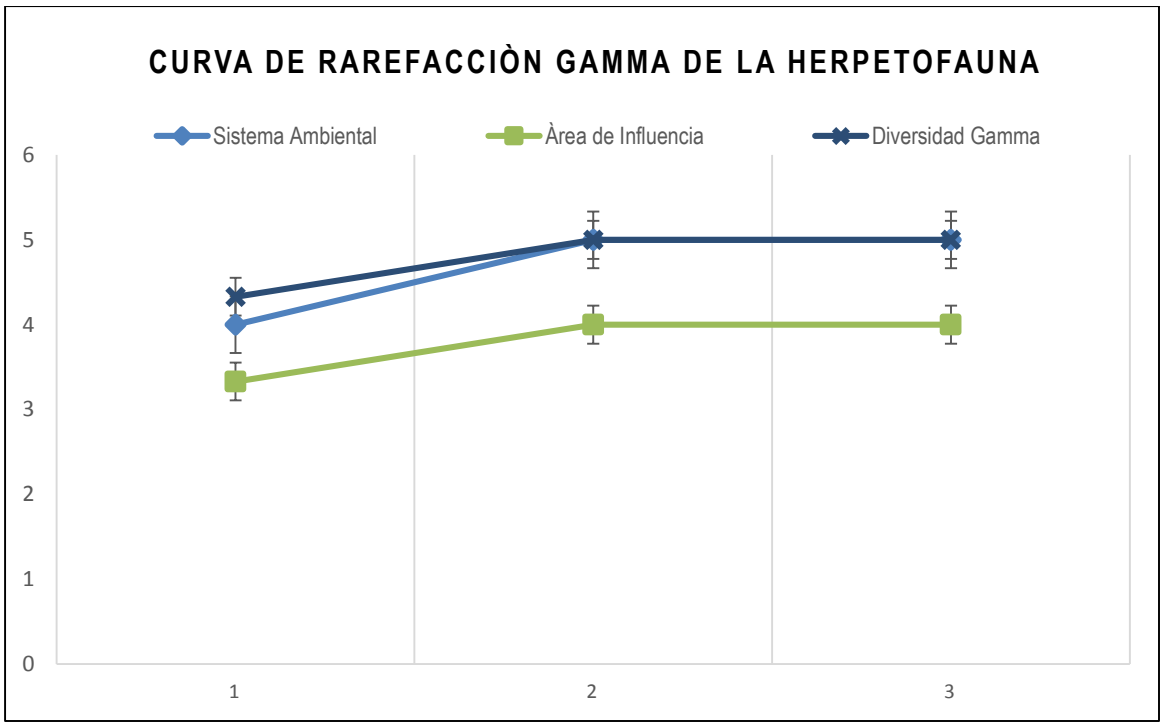


Figura IV.139. Comparativo de la diversidad gamma de la herpetofauna en dos unidades de análisis (área de influencia y sistema ambiental).

Para el caso de la herpetofauna también se omitió el área del proyecto debido a que solo presentaba un transecto, pero se puede observar en la figura anterior al área de influencia y al sistema ambiental.

De la misma manera que para la mastofauna, la curva gamma representa la totalidad de las especies presentes en todas las unidades de análisis (área de influencia, sistema ambiental e inclusive área del proyecto) y está muy relacionada con el sistema ambiental por lo que comparten especies similares o iguales. Paralela a la curva gamma y al sistema ambiental va la curva del área de influencia, la cual, aunque tiene las mismas especies contenidas en las otras dos curvas, pero con menor número de individuos.

Debido a que son prácticamente las mismas especies las que se presentan en el área de influencia y en el sistema ambiental, los IC 95% resultaron ser cero, por lo que en la figura anterior se muestra el grado de error típico.

En resumen, al igual que en los mamíferos, las tres unidades de análisis (área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental) están contenidas en una gran curva gamma, teniendo especies similares de herpetofauna, pero en menor proporción. Por lo tanto, se indica que el área del proyecto representa una pequeña porción de la biodiversidad presente en el sistema ambiental y en el área de influencia.

CONCLUSIONES FAUNA

La avifauna presenta una elevada riqueza específica con variado número de individuos, por lo tanto, una diversidad amplia. La distribución de las abundancias es considerablemente homogénea en cada una de las especies y con una baja probabilidad de dominancia de especies. Dicha tendencia favorable se sigue tanto en el área del proyecto, área de influencia, como el sistema ambiental; sin embargo, en esta última presenta valores más elevados. Por lo anterior se puede afirmar que existe una continuidad de hábitat entre los tres sitios, lo cual permite el establecimiento de las especies presentes en el área del proyecto en el área de influencia y en el sistema ambiental. De tal manera que si en algún momento dado de la ejecución

del proyecto, el hábitat de las especies presenta algún nivel de riesgo, estas serán capaz de desplazarse a sitios del área de influencia y el sistema ambiental en los cuales establecerán nuevas poblaciones.

En el caso de la mastofauna, no se realizó ninguna comparación para el área del proyecto; sin embargo, las especies reportadas en esa área se encuentran presentes en el área de influencia y en el sistema ambiental; ésta última área presentó una riqueza y diversidad media, lo cual significa que, en la región, la diversidad de mastofauna es reducida; por lo tanto, la baja diversidad en el área del proyecto.

Por otro lado, la herpetofauna presenta valores menores en cada métrica, en comparación con la avifauna. Sin embargo, no presenta niveles elevados de dominancia específica, lo cual indica que no se presenta una competencia intraespecífica e interespecífica en las poblaciones. Al igual que la avifauna, en la herpetofauna se presenta una buena continuidad de hábitat, ya que las especies de reptiles están respondiendo de manera favorable tanto en el del proyecto como en el área de influencia y en el sistema ambiental. Lo cual significa que, si en algún momento de la ejecución del proyecto algún reptil requiere ser reubicado, podrá establecerse con éxito tanto en el área de influencia como en el sistema ambiental y se podrá continuar con el proceso de reproducción.

En general, en las tres unidades de análisis; si se realiza un muestreo y se toman al azar dos especies, estas corresponderán a aves; ya que son las que se encuentran mayormente representadas en los sitios.

BIBLIOGRAFÌA

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.

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.

Gallina-Tessaro, S. 2011. Características y evaluación del hábitat. En: Gallina-Tessaro, S. y Lòpez-Gonzàlez, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A. C. Querétaro, México. 377p.

Gallina, S. (ed.). 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 210 p.

Howell, N. G. S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson-Townsend, A., Berlagan-García, H. y Sánchez-González, T. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Spl. 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.

Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley y Sons, Inc. USA. 286 p.

Peterson, R. T. y 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.

Somarriba, E. 1999. Diversidad Shannon. Agroforestería en las américas. 6(123).

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, M., Ospina, M y Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 326 p.

SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Los servicios ambientales son los procesos y las funciones de los ecosistemas que, además de influir directamente en el mantenimiento de la vida, generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades. Entre otros, los principales servicios ambientales son la captura de carbono, regulación del clima, belleza escénica, control de la erosión, etcétera.

El artículo 7 fracción LXI de La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define como: ***Servicios Ambientales*** *a los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano.*

Los principales servicios ambientales que se presentan son los siguientes:

a) Provisión del agua en calidad y cantidad;
b) Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales;
c) Generación de oxigeno;
d) Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales;
e) Modulación o regulación climática;
f) Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
g) Protección y recuperación de suelos
h) Paisaje, entre otros.

Los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo debido al desarrollo del proyecto, se analizan en función del grado de afectación que puede darse como resultado de la ejecución del cambio de uso de suelo. Para valorar la disponibilidad de los servicios ambientales en la superficie propuesta para el área del proyecto, se considera la disponibilidad del recurso forestal en el sitio en comparación con el sistema ambiental del cual forma parte.

a) Provisión del agua en calidad y cantidad.

En cantidad:

La unidad de análisis del presente proyecto corresponde a la Región hidrográfica (RH27) Tuxpan Nautla y el área correspondiente al sistema ambiental es de 1,077.3591 ha.

Para hacer una comparación del almacenamiento y retención de agua del sistema ambiental con el área del proyecto, se realizó el balance hídrico utilizando la ecuación de Pradeyra, (2003), mientras que el cálculo de la precipitación, evapotranspiración real y escurrimiento se siguió la metodología mencionada por Aparicio et al., (2006).

El análisis de infiltración para el sistema ambiental arrojó los siguientes resultados:

Cuadro IV.187. Infiltración del sistema ambiental.

SA		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	9,809,354.61	100
Volumen EVT	2,395,194.94	24
Volumen escurrimiento	1,170,468.54	12
Volumen infiltración	6,243,691.13	64

BH	**1.0**

De acuerdo al cuadro anterior, se tiene que el sistema ambiental cuenta con una precipitación correspondiente a 9,809,354.61 m³/año (100%), mientras que la evapotranspiración estimada es de 2,395,194.94 m³/año (24%) y el escurrimiento es de 1,170,468.54 (12 %) m³/año, dicho escurrimiento tiene el fin de la percolación hacia los diferentes estratos del subsuelo (somero y profundo). Ahora, si a la precipitación le restamos la evapotranspiración y el escurrimiento, tenemos una infiltración de 6,243,691.13 m³/año, es decir, el 64 % de la precipitación.

Para el área de influencia de igual manera se realizó al análisis de infiltración el cual arrojó:

Cuadro IV.188. Infiltración del área de influencia.

AI		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	578,315.00	100
Volumen EVT	141,209.82	24
Volumen escurrimiento	80,536.15	14
Volumen infiltración	356,569.04	62

BH	**1.0**

Para la estimación de la infiltración del área del proyecto, la cual se encuentra dentro de la región hidrológica **RH27**, se tomó como referencia la estación meteorológica **el tepozan (13132),** por ser la que tiene influencia sobre zona donde se ubica el proyecto, esto de acuerdo a los polígonos de Thissen obtenidos a través del procesamiento de información en el programa ArcGIS 2010.

Cuadro IV.1. Infiltración del área del proyecto.

AP		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	18,294.68	100
Volumen EVT	4,467.09	24
Volumen escurrimiento	1,088.66	6
Volumen infiltración	12,738.93	70

BH	**1.0**

Como resultado del cálculo de infiltración para el área del proyecto, el cual tiene una superficie de 2.0093 ha, se obtuvo que este tiene una infiltración de 12,738.93 m^3/año, que corresponde al 70% de la precipitación calculada.

Haciendo un análisis, se tiene que de los 9,809,354.61 m^3/año de infiltración en el Sistema ambiental, el área del proyecto aporta un volumen de infiltración de 12,738.93 m^3/año, lo que equivale a un 0.204% del total, por lo que se define que la afectación que se ocasionará al concluir el proyecto en cuanto a infiltración se refiere, es muy baja.

Por otra parte, considerando que el área del proyecto cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por servicios ambientales de la CONAFOR en la modalidad SA.1.1 Hidrológicos; Área 1[1], la cual tiene asignada el mayor monto de apoyo por hectárea por año que equivale a $1,100.00, por las 2.0093 ha., del área del proyecto, se estaría dejando de percibir en términos económicos la cantidad de $2,210.23 anuales, que corresponde a la afectación en términos económicos del servicio ambiental de captura de agua.

Por otra parte, realizando una estimación económica adicional, de acuerdo con el párrafo A del artículo 223 de la Ley Federal de Derechos (Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales) se establece que por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales a que se refiere este capítulo, se pagará el derecho sobre agua, de conformidad con la zona de disponibilidad de agua y la cuenca o acuífero en que se efectúe su extracción y de acuerdo con las siguientes cuotas:

A. Por las aguas provenientes de fuentes superficiales o extraídas del subsuelo, por cada metro cúbico:

Cuadro IV.189. Precio por m^3 de agua por cada zona de disponibilidad.

Zonas de disponibilidad	Aguas superficiales (costo por m^3)	Aguas subterráneas (costo por m^3)
1	$16.2018	$21.8314
2	$7.4589	$8.4505
3	$2.4457	$2.9425
4	$1.8701	$2.1389

Considerando que la zona de disponibilidad de agua en la N°1, cuyo costo es mejor, tendríamos una valoración económica del servicio ambiental por captura de agua en la superficie del área del proyecto de $278,108.60, esto de acuerdo al resultado obtenido de la infiltración, la cual corresponde a 12,738.93 m^3/año.

[1] Para el pago por servicios ambientales hidrológicos se requiere una superficie mínima de 100 hectáreas, por lo que el área por afectar no sería sujeto de incorporación a dicho programa. El monto referido corresponde al publicado en las Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019

En calidad:

En el estado de Puebla se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad y no con su cantidad. Esto se debe a la alta permeabilidad que tienen los suelos andosoles, que favorecen la infiltración del agua de lluvia.

De manera particular el proyecto se encuentra ubicado sobre el acuífero Tecolutla 3002, así como según información de INEGI el área del proyecto no se encuentran escurrimientos que lo cruzan, ahora bien, de manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentar por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua.

b) Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero. (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono)

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO_2, liberación de O_2 y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios (la captura de CO_2), es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO2) atmosférico, junto con elementos en suelo y aire con lo cual a través de procesos fisiológicos se convierte en madera, mismo que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO2 que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono. Aproximadamente del 42% al 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono.

La captura de carbono neta, es únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar la madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. Lo primordial es cuánto carbono (CO2) captura el árbol durante toda su vida. Las estimaciones sobre captura de carbono durante 100 años oscilan entre 75 y 200 toneladas por hectárea, dependiendo del tipo de árbol y de la cantidad de árboles sembrados en una hectárea. Es posible entonces asumir que 100 ton de carbono capturado por hectárea, equivalente a 350 ton. de CO2 por hectárea en 100 años. Esto es una tonelada de carbono y 3.5 ton., de CO2 por año y por hectárea, sin tomar en cuenta la pérdida de árboles. Calculando la pérdida de árboles en 25% por hectárea, entonces la captura de carbono es de 75 ton/ha, equivalente a 2.6 ton de CO2 por año y por hectárea (Anón, 2013)[xliv]

En relación a lo anterior tenemos lo siguiente:

Cuadro IV.190. Estimación de la captura de carbono para el sistema ambiental y el área del proyecto.

Superficie forestal enel SA (Ha)	Superficie AI (Ha)	Superficie AP (Ha)	Captura de carbono en el SA (Ton)	Captura de carbono en el AI (Ton)	Captura de carbono en el AP (Ton)	Proporción relativa con respecto al SA(%)	Proporción relativa con respecto al AI (%)
675.12	63.5162	2.0093	50,634.29	4,763.72	150.70	0.298	3.163

En este sentido, tenemos que del total de carbono que captura el sistema ambiental que corresponde a 50,634.29 ton por año, se disminuirían 150.70 ton que corresponden a las toneladas capturadas en la superficie del proyecto, lo que es igual al 0.298% menos de carbono capturado a nivel sistema ambiental. Por otro lado del total de carbono que captura el AI correspondiente a 4,763.72 ton por año, se disminuirían 150.70 que corresponden a las toneladas capturadas en el AP, lo que representa un 3.1634 menos de carbono capturado a nivel AI.

Con lo anterior se puede deducir, que el servicio que presta el ecosistema en cuanto a captura de carbono no se comprende de manera significativa. El análisis que se hace es con la finalidad de comprobar las secuelas que podría tener el proyecto en cuanto a los servicios ambientales que se encuentran presentes en los ecosistemas.

Por otra parte, si expresamos la productividad primaria en términos de producción de carbono, los ecosistemas característicos de la tierra presentan valores que van desde 16.8 x 1015 gramos al año de carbón en los bosques lluviosos tropicales, hasta la contrastante productividad de las regiones áridas, que apenas representa valores de 0.7 x 1015 gramos al año de carbón [xlv].

Vegetación	Producción Primaria Neta de Carbón (10^{15}g·año^{-1})
Matorral desértico	0.7
Bosques lluviosos tropicales	16.8
Sabana	6.1
Áreas cultivadas	4.1
Pastizal templado	2.4
Bosque y arbustos	2.7
Bosque templado perenne	2.9

Figura IV.140. Producción prima neta de carbono en diferentes ecosistemas del mundo (1015g año-1) IIASA-CIQA, 1984

La estimación del contenido de carbono se obtuvo de la siguiente forma:

Masera *et al*., (2000)[xlvi] realizaron 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 que utiliza datos de sitios, a continuación, se describe la fórmula general para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa aérea a continuación se muestra la fórmula empleada:

CBA = V * WD * BEF * CC

Dónde:

CBA: Carbono contenido en la biomasa aérea.

V: Volumen de la madera (m3)

WD: Densidad de la madera (g/cm3)

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. Para convertir el volumen comercial, se propone utilizar los datos de Jong (2000), que dan un valor de BEF de 1.8. Por otra parte, 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 a partir del muestreo realizado, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.191. Estimación del contenido de carbono de bosque de encino.

Especie	Nombre común	Vol. Total m^3	Vol. Total m^3 / SA	Densidad básica (g/cm^3)	BEF	Biomasa aerea (ton/SA)	Contenido de carbono (ton/AP)	Contenido de carbono (ton/SA)
Arbutus xalapensis	Madroño	6.623	2,225.451	0.75	1.300	6.458	3.229	1,084.907
Buddleja cordata	Tepozan	0.009	2.862	0.735	1.300	0.008	0.004	1.367
Juniperus deppeana	Tascate	5.036	1,692.130	0.460	1.300	3.012	1.506	505.947
Nolina longifolia	Borracho	2.416	811.929	0.660	1.300	2.073	1.037	348.317
Pinus rudis	Pino de las alturas	9.402	3,158.888	0.530	1.300	6.478	3.239	1,088.237
Quercus crassipes	Encino	22.043	7,406.368	0.765	1.300	21.922	10.961	3,682.816
Quercus dysophylla	Encino laurelillo	1.961	659.029	0.780	1.300	1.989	0.994	334.128
TOTAL						**41.939**	**20.970**	**7,045.720**

Como se observa en el cuadro anterior, el contenido de carbono de la superficie forestal del sistema ambiental es de 7,045.720 toneladas, de las cuales 20.970 ton corresponde a la superficie del área del proyecto correspondiente a bosque de encino, esto significa que hay una pérdida del 0.298% de contenido de carbono ocasionada por la remoción de vegetación, por lo que se considera una afectación baja.

Nota: se anexa memoria de cálculo del carbono **ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO, CAP IV, ANEXO J. CAPTURA DE CARBONO.**

c) Generación de oxígeno

El comportamiento de la perdida de oxígeno es a consecuencia de la remoción de la cubierta verde vegetal; en este análisis se demuestra la cantidad de cubierta verde en las áreas de cambio de uso de suelo y su aporte de oxígeno considerando los datos que se tienen a partir del balance hídrico. Existen otros sistemas de medición para determinar la producción de oxígeno de los árboles; sin embargo, es importante aclarar que la producción de oxígeno de las especies vegetales está sujeta a condiciones de la especie, tamaño del árbol, follaje, grosor de tronco, e inclusive las mismas condiciones del suelo que ocupa cada especie.

El aire está constituido por un 21% de oxígeno, un 78% de nitrógeno y más de un 1% de compuestos gaseosos y sólidos. El dióxido de carbono está presente en el aire en una concentración del 0.03%. Las plantas en general, y sobre todo los ecosistemas forestales en particular, capturan el carbono del aire gracias a la clorofila y lo devuelven transformado en oxígeno.

Calculo de oxigeno:

Mediante el siguiente ejercicio metodológico se presentan los siguientes resultados:

Según la fórmula, que permite determinar la carga piezométrica:

$$H_A = 10.33 - \frac{h}{pr}$$

Donde:

H_A = Carga piezométrica

h = Altura en metros sobre el nivel del mar (msnm)

pr = Precipitación

De acuerdo a los datos estimados en el balance hídrico, tenemos una precipitación de 910.5 mm y como altura en metros sobre el nivel del mar tenemos como promedio 2553; así mismo nos da una temperatura promedio de 11.9 °C.

Aplicando la fórmula de carga piezométrica, nos da como resultado lo siguiente:

$$H_A = 10.33 - \frac{2553}{910.5}$$

$$H_A = 10.33 - 2.80$$

$$\mathbf{H_A = 7.53}$$

Se necesita convertir la carga piezométrica de metros de columna de agua (mH_2O – Agua) a presión en atmósferas (atmosfera física), lo que nos da como resultado que tenemos 0.73 atm. Para la utilización de la temperatura convertimos de grados centígrados a temperatura absoluta en grados Kelvin, para eso le sumamos 273 (constante) a los grados centígrados, por lo que obtenemos:

$$T = 285\ k$$

$$p = HA = 0.73\ atm$$

Donde:

T = Temperatura en grados Kelvin absoluta

$\boldsymbol{H_A}$ carga piezométrica = ***p*** presión atmosférica

Se estima que 1 m^2 de hojas produce, con luz solar, un volumen de 3 litros de oxígeno por hora (González, 2009)[xlvii]. Aplicando la ecuación de los gases ideales, que se muestra a continuación:

$$a(g) = \frac{pVM}{RT}$$

Donde:

a(g) = Gramos de oxigeno por hora (gO_2 x h)

V = Litros de oxigeno

M = Masa atómica oxígeno.

R = Constante de los gases ideales.

Retomando los datos presentados, tenemos:

$$V = 3\ (litros\ de\ oxigeno)$$

$$M = 31.9988\ g/mol;\ O_2$$

$$R = 0.0821\ atom.L\ /mol\text{-}k$$

$$T = 285\ k$$

$$p = 0.77\ atm$$

Aplicando la fórmula de los gases ideales nos da lo siguiente:

$$a(g)= \frac{0.77 * 3 * 31.9988}{0.0821 * 285}$$

Y si tenemos:

a(g) =3.13 gO_2 x h (gramos de oxigeno por hora)

Resultados:

Si tenemos 12 horas sol en un día, en un año tenemos un total de 4,380 horas sol. Si multiplicamos las 4,380 horas del año por los 3.13 (gO_2 x hora), que produce 1 m^2 de cobertura verde, encontramos que la cantidad de oxígeno por año por metro cuadrado de cobertura verde es:

Oxigeno por m^2 = (4,380 * 3.13) / 1,000

Oxigeno por m^2 = 13.73 Kg de O_2/m^2

El área del proyecto posee una superficie forestal de 20,093.00 m^2., multiplicando la superficie por el oxígeno generado por metro cuadrado nos da como resultado la obtención de 460,257.06 kg de O_2; por lo tanto, con la remoción de vegetación se obtendrá una pérdida de 460.26 ton.

d) Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales

Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se originan en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. Es importante señalar que este servicio ambiental depende en gran medida del buen estado de conservación de la vegetación y de la extensión de la misma, ya que depende en forma directa de la riqueza de especies y de la complejidad de sus interacciones, al disminuir estos factores, disminuye la capacidad de resistencia del ecosistema. Un sistema con mayor diversidad y número de funciones ecológicas, será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

El grado de afectación del amortiguamiento de los impactos naturales se considera bajo, debido a que la superficie solicitada para la ejecución del proyecto (2.0093 ha) es pequeña.

e) Modulación o regulación climática

La captura de CO2 a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de CO2 que se reintegrará a la atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera que se elimine como resultado de la ejecución del proyecto.

La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO2) almacenado. Se estima que el 20 por ciento de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de hectáreas cada año. De esos 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

De manera general, asumiendo como indicador de captura de CO2 la cantidad de 2.6 ton por ha al año, y considerando que el sistema ambientall tiene una superficie forestal de 675.128 ha, tenemos una captura de CO2 anual de 1,755.31 toneladas, ahora, del total de la captura del sistema ambiental, el área del proyecto (2.0093 ha) aportaba a la captura el 0.298%, lo que equivale a 5.22 ton por año. Razón por la cual el grado de afectación a la modulación o regulación climática se califica como baja.

f) Protección de la biodiversidad

Este servicio ambiental se refiere al papel que el ecosistema desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias. Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad es la protección de los ecosistemas forestales existentes en el sistema ambiental.

En cuanto a las condiciones ambientales que pudieran propiciar el aumento en la disponibilidad o calidad ambiental del hábitat son las siguientes:

Riqueza específica: Ésta no será afectada, aseveración derivada del análisis hecho con anterioridad y que se detalla en los apartados descriptivos de la vegetación y de la fauna. Aunado a que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, además de proveer alternativas para el manejo y resguardo de los mismos, ya sea mediante reubicación o reforestación.

Extensión: factor importante para el desarrollo de las poblaciones y comunidades; entre más extenso es su hábitat mayor será la probabilidad de subsistencia, como consecuencia de la oportunidad de recursos. Como ya se mencionó con anterioridad el área del proyecto corresponde al 0.187% de la superficie del sistema ambiental; además de que el ecosistema por afectar tiene una amplia cobertura en dicha unidad.

Continuidad de hábitats y corredores biológicos: La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar (pérdida regional de hábitat, insularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, etc.)[xlviii].

Con la fragmentación y destrucción de un hábitat se produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje que puede definirse adecuadamente mediante las tendencias de cinco variables paisajísticas que cambian simultáneamente y que tienen, en conjunto, una incidencia perniciosa sobre la supervivencia de las especies afectadas:

- Una pérdida regional en la cantidad de hábitat, con la consiguiente reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados.
- Una disminución del tamaño medio y un aumento del número de los fragmentos de hábitat resultantes.
- Un aumento de la distancia entre fragmentos, con la consiguiente dificultad para el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas, así como para reponerse, por recolonización, de una eventual extinción.
- Por último, se produce un aumento de la relación perímetro/superficie y, por consiguiente, una mayor exposición del hábitat fragmentado a múltiples interferencias procedentes de los hábitats periféricos, conocidos genéricamente como "matriz de hábitat".

Aunando a lo anterior, se demuestra en las figuras siguientes para cada una de las unidades de análisis que no existe desde el 2011 una fragmentación drástica en sus ecosistemas, esto se valoró con información fehaciente de Google Earth; de manera general las áreas se siguen comportando de la misma forma presentando vegetación forestal, asentamientos urbanos o llamado también crecimiento poblacional y las tierras agrícolas.

Sin embargo, en la actualidad existen pequeñas superficies de áreas que antes no presentaban vegetación forestal y que se ha ido revegetando y aumentando en masa forestal, y sin olvidar que una de las principales medidas de mitigación que se propone para evitar la pérdida del hábitat y especies es la reforestación y el rescate y reubicación de individuos. Por lo cual se puede aludir que estas se van recuperando con el paso del tiempo. Comparado con las áreas donde se pretende hacer el proyecto dentro del SA y AI, derivado de esto no provocará una fragmentación en su ecosistema, porque se establecerá al final del proyecto la restauración de las áreas del AP, así como una reforestación dentro del predio y se propone un programa de rescate y reubicación de flora para evitar la pérdida y mortalidad de los individuos, así como un programa de reforestación y conservación de suelos.

Especies endémicas: Debido a la extensión del sistema ambiental podemos encontrar una diversidad de especies de flora y fauna lo que conlleva a la formación de un ecosistema con una gran biodiversidad, sin embargo, se dice que el endemismo es relativamente bajo, debido a que es una unidad donde las comunidades bióticas y endémicas se extienden a las áreas adyacentes.

Riesgo potencial de ingreso de especies exóticas: La posibilidad de la colonización por especies invasoras o exóticas, se aumenta en relación al efecto de conductores de cambio que incidan de manera radical en el incremento significativo de la apertura y liberación de hábitats derivado del desplazamiento inducido de las especies que ahí radican o por la remoción de la vegetación que conforma el estrato básico de los ecosistemas. En este sentido, el proyecto no manejará ni introducirá ningún tipo de individuo perteneciente a especies exóticas; de igual manera la incidencia sobre la cobertura vegetal no representará efectos que propicien la alteración radical de los hábitats.

Flora

Se generaron indicadores de medición y análisis de riqueza biológica para el área del proyecto, en primera instancia, se obtuvo la riqueza específica, los resultados son los siguientes:

Cuadro IV.192. Riqueza específica del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Proyecto	*"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"*			
	RIQUEZA ESPECÍFICA BOSQUE DE ENCINO			
ÁREA	ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Área del Proyecto (AP)	Arbóreo	6	6	7
	Arbustivo	1	1	1
	Herbáceo	3	5	5
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	5
Área de Influencia (AI)	Arbóreo	7	7	12
	Arbustivo	3	5	7
	Herbáceo	6	13	14
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	6

Proyecto	*"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"*			
	RIQUEZA ESPECÍFICA BOSQUE DE ENCINO			
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Sistema Ambiental (SA)	Arbóreo	7	7	15
	Arbustivo	4	6	8
	Herbáceo	8	16	17
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	7

También se realizó la obtención del índice de diversidad de Shannon-Wiener para flora, los datos fueron:

Cuadro IV.193. Índice de Shannon-Wiener del SA, AI y AP.

Proyecto	$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln\ Pi$			
"BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA"				
BOSQUE DE ENCINO				
AP	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 0.6100	H = -	H = 1.4588	H = 1.2708
	H' máx.= 1.9459	H' máx.= -	H' máx.= 1.6094	H' máx.= 1.6094
	J= 0.3135	J= -	J= 0.9064	J= 0.7896
AI	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.1852	H = 1.6776	H = 2.3188	H = 1.2993
	H' máx.= 2.4849	H' máx.= 1.9459	H' máx.= 2.6391	H' máx.= 1.7918
	J= 0.4770	J= 0.8621	J= 0.8787	J= 0.7251
SA	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Epífitas y/o cactáceas**
	H = 1.3889	H = 1.8001	H = 2.6629	H = 1.5806
	H' máx.= 2.7081	H' máx.= 2.0794	H' máx.= 2.8332	H' máx.= 1.9459
	J= 0.5129	J= 0.8657	J= 0.9399	J= 0.8123

Fauna

Para el caso de la fauna se calculó las riquezas específicas para el sistema ambiental, área de influencia y el área del proyecto, mismas que se presentan a continuación.

Cuadro IV.194. Riqueza específica de los grupos faunísticos.

FAUNA	Área del proyecto			Área de influencia			Sistema ambiental		
	Familia	Género	Especie	Familia	Género	Especie	Familia	Género	Especie
Avifauna	7	9	10	9	13	14	11	16	18
Mastofauna	2	2	2	3	3	4	3	3	5
Herpetofauna	1	1	4	1	1	4	1	1	5
TOTAL	**10**	**12**	**16**	**13**	**17**	**22**	**15**	**20**	**28**

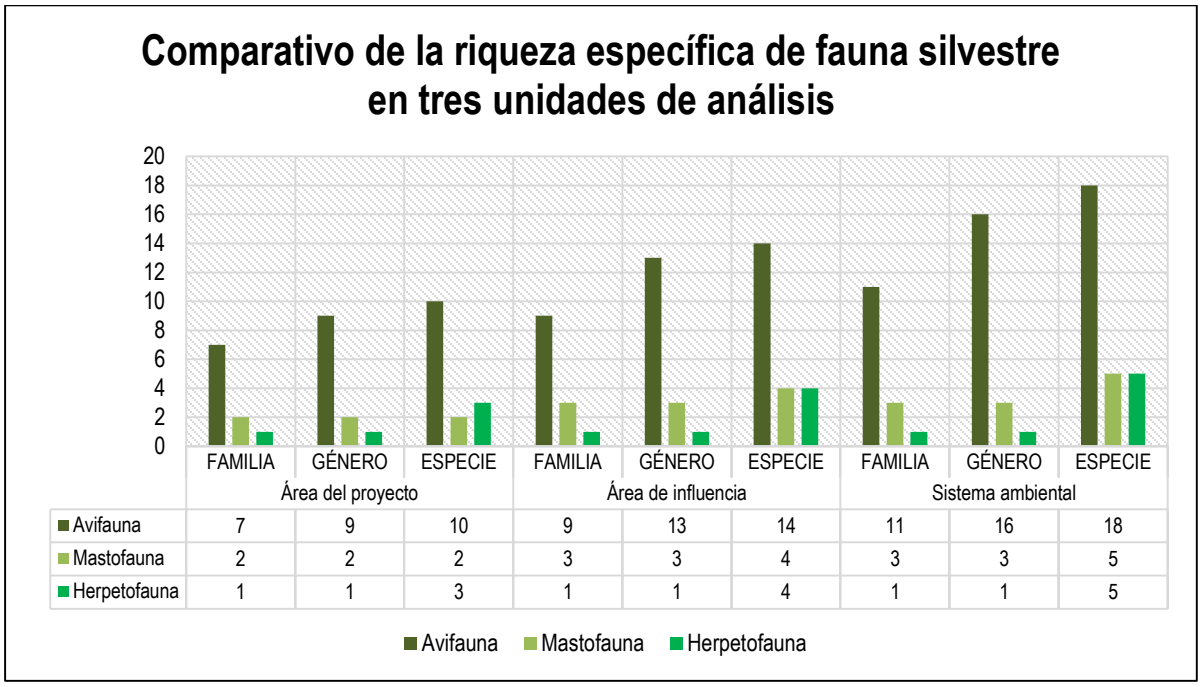


Figura IV.141. Comparativo entre el SA, AI y AP de la riqueza específica de fauna silvestre.

g) Protección y recuperación de suelos (erosión)

Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por procesos de erosión hídrica. La degradación del suelo se define como "un grupo de procesos que ocasionan el deterioro del recurso, los cuales provocan una disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad".

Este servicio se identifica con una calificación de afectación baja en función de las características de relieve, de pendientes y gradientes de altitud moderados, que ocasionen que cuando se realice la remoción de vegetación se genere un proceso de pérdida de suelo por erosión hídrica. Por otra parte, la escasa presencia de corrientes superficiales minimiza la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos que finalmente ocasionen este tipo de erosión.

Con respecto a la erosión, la remoción de la vegetación en el área del proyecto generará suelo desnudo durante la operación del terreno, dejando al suelo durante este tiempo susceptible a este tipo de degradación. Con las medidas de mitigación se estarán atenuando los efectos erosivos.

El área del proyecto tiene una erosión hídrica de 16.78 ton/ha/año y una erosión eólica de 5.23 ton/ha/año, mientras que para el sistema ambiental se estimó una erosión hídrica de 4.49 ton/ha/año y una erosión eólica de 14.0 ton/ha/año.

Por otra parte, considerando que el área del proyecto cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por obras de conservación de suelos que otorga la CONAFOR en la modalidad RF.4.1[2] la cual tiene asignada un monto de apoyo por hectárea por año que equivale a $3,000.00, por las 2.0093 hectáreas que se pretenden afectar con la remoción de vegetación, se estaría dejando de percibir en términos económicos la cantidad de $6,027.90 anuales que corresponde a la afectación en términos económicos por conservar y restaurar el suelo del área del proyecto.

h) Cambio en el paisaje y belleza escénica.

El cambio en el paisaje y belleza escénica se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científico del ecosistema.

Al respecto, el área donde se encuentra la zona en estudio, el uso del ecosistema como base para realizar estas actividades está ampliamente difundido, siendo la más común el ecoturismo.

Sin embargo, en el caso específico en el área en la que se pretende realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales debe considerarse que no se tienen registradas áreas ecoturísticas, y que pudieran ser impactadas en su momento por la implementación del proyecto.

Se considera que la afectación del paisaje se estará dando intrínsecamente y en su calidad visual, en virtud de que cuando se lleve a cabo la ejecución del proyecto, se modificará el paisaje original; y esto conllevará a que se vea un panorama distinto y observado por los habitantes que viven cerca del área del proyecto.

Sin embargo, con base en lo anterior, se puede deducir que habrá una afectación visual durante la construcción del proyecto, no obstante, en el momento de la operación del mismo el atractivo será igual o mayor al que es actualmente, puesto que no se provocarán afectaciones significativas. Es importante recordar que dentro del sistema ambiental se cuenta con proyectos similares al presentado, además de afectaciones visuales iguales o superiores como zonas agrícolas, zonas mineras, etc; esto nos lleva a una afectación menor del 0.187% comparado con el SA.

---

[2] Para el pago por obras de conservación de suelos se requiere una superficie de 5-100 hectáreas, por lo que el área por afectar sería sujeto de incorporación a dicho programa. El monto referido corresponde al publicado en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal para el año 2019.

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 Chignahuapan, estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son, 19° 40' y 19° 59' de latitud norte; los meridianos 97° 57´ y 98° 19' de longitud oeste; a una latitud entre 1,720 y 3,400 msnm.

Colinda al norte con el estado de Hidalgo y el municipio de Zacatlán, Aquixtla e Ixtacamaxtitlán; al sur con el municipio de Ixtacamartitlán y los estados de Tlaxcala e Hidalgo; al oeste con el estado de Hidalgo.

En la siguiente figura se muestra su ubicación dentro del contexto estatal.

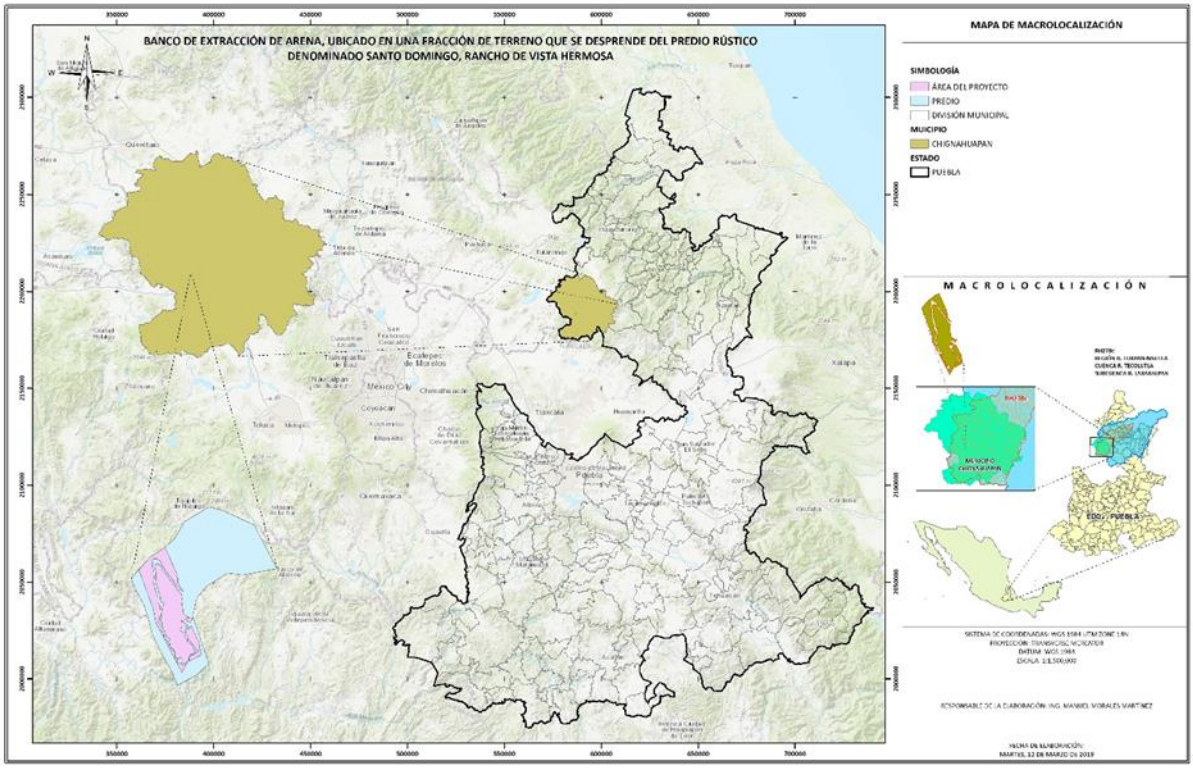


Figura IV.142. Ubicación del municipio de Chignahuapan en el contexto estatal.

A continuación, se presentan algunos datos relevantes del municipio en donde se encuentra inmerso el proyecto.

Población

Cuadro IV.195. Datos generales del municipio de Chignahuapan.

Población 2005	51,536 Habitantes
Población 2010	57,909 Habitantes
Superficie	761.916 km2
Densidad de población	76 Habitantes/Km^2
Tipo de urbanización	No urbano
Ubicación en la entidad	Norte

Cuadro IV.196. Datos demográficos del municipio de chignahuapan.

Datos demográficos	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población total	25,023	26,513	**51,536**	28,228	29,681	**57,909**
Viviendas particulares habitadas	11,596			14,006		
Distribución de la población de 5 años y más, según condición de habla indígena y español	154	189	**343**			
Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español				151	166	**317**

Cuadro IV.197. Clasificación de la población del municipio de Chignahuapan.

Distribución de la población		
Sexo	**N° de habitantes**	**%**
Hombres	28,228	49
Mujeres	29,681	51
Total	**57,909**	**100**

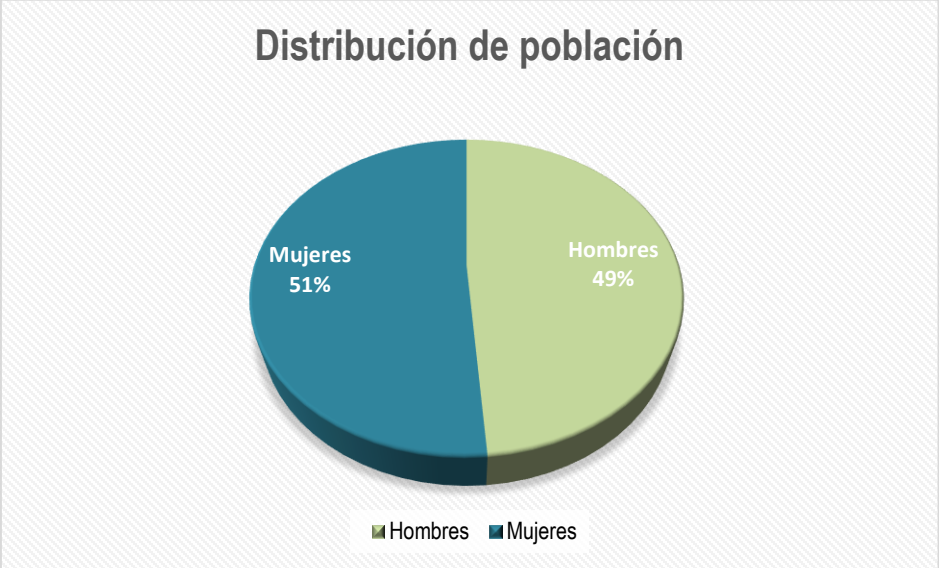


Figura IV.143. Distribución de la población con base en el sexo, 2010.

Marginación

Cuadro IV.198. Índices e indicadores del municipio de chignahuapan.

	2005	2010
Índices sintéticos e indicadores		
Grado de marginación *	Alto	medio
Lugar que ocupa en el contexto estatal	146	156
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,201	1,302
Grado de rezago social municipal	Medio	Bajo
Indicadores de carencia en vivienda		
Porcentaje de población en pobreza extrema		20.93
Población en pobreza extrema		12,204

(*) 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 sexo, 2010.

Cuadro IV.199. Indicadores de participación económica.

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres
Población económicamente activa (PEA)	21,160	15,817	5,343
Ocupada	20,650	15,390	5,260
Desocupada	510	427	83
Población no económicamente activa	21,368	4,513	16,855

Vivienda

En el municipio de Chignahuapan se registran un total de 17,613 viviendas particulares, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro IV.200. Clasificación de viviendas.

Clasificación de la vivienda	N° de viviendas
Viviendas particulares habitadas	14,006
Viviendas particulares deshabitadas	2,382
Viviendas de uso temporal	1,225
Total	**17,613**

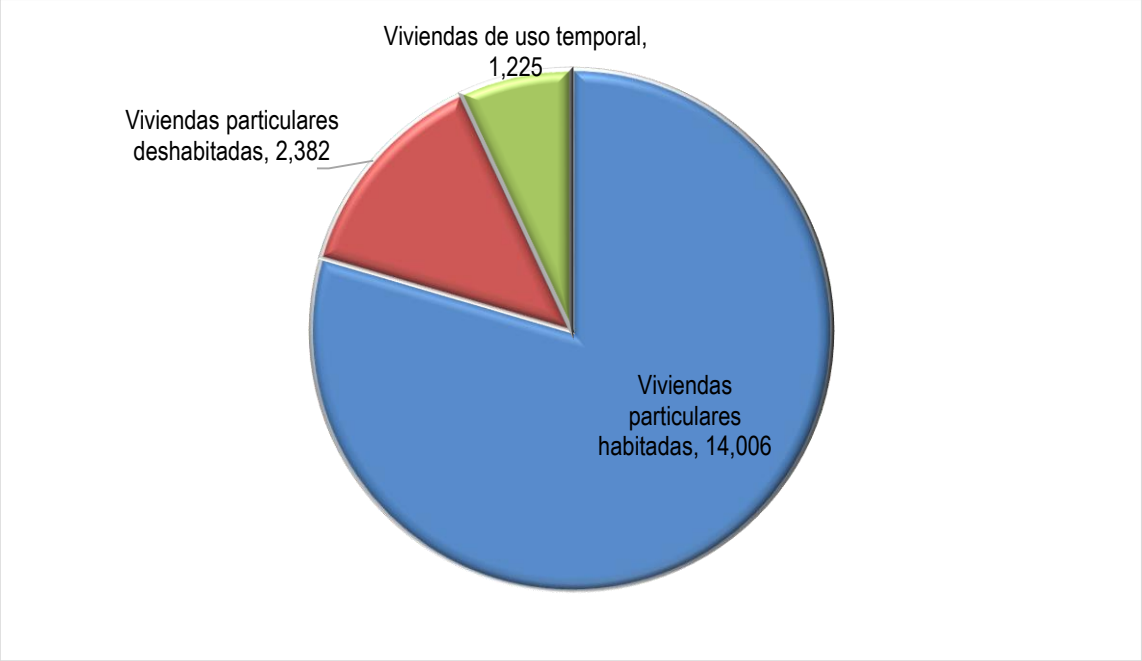


Figura IV.144. Clasificación de la vivienda según su uso.

Educación

En Chignahuapan se cuenta con los diferentes niveles de educación necesarios para atender a la población demandante. En el ciclo escolar 2013-2014, la infraestructura se compone por 72 escuelas en prescolar, 71 primarias, 39 secundarias, 19 bachilleratos y 6 en educación para el trabajo.

Economía

Las actividades principales en Chignahuapan son el comercio informal, que incluye tianguis, ambulantes fijos y semifijos. La producción de artesanías es importante por el empleo que genera y por ser relativamente poco intensiva en capital físico.

Indicadores de Ocupación	Chignahuapan	
	Numero	%
Población Ocupada	33, 451	100
Hasta un Salario Mínimo	12,172	36.38
Más de 1 hasta 2 Salarios Mínimos	3,644	10.89
Más de 2 hasta menos de 3 Salarios Mínimos	2,143	6.41
De 3 hasta 5 Salarios Mínimos	1,109	3.32
Más de 5 Salarios Mínimos	117	0.35
No recibe Ingresos	3,206	9.6
No especificado	11,060	33.06

Figura IV.145. Indicadores de ocupación.

Salud

Las unidades médicas en el municipio eran 20 (1.7% del total de unidades médicas del estado).

Turismo

El municipio cuenta con infraestructura turística y recreativa para recibir tanto a los turistas locales, nacionales e internacionales. Ofrece una gran diversidad de atractivos turísticos, así como una gran variedad de servicios de hospedaje y alimentación, se cuenta con hoteles, cabañas y restaurantes, así como varias fondas y loncherías. Para el municipio se registra una afluencia turística de 21,6086 personas por año.

Cultura

En el tema de cultura el municipio cuenta con un gran patrimonio tangible e intangible empezando por su arquitectura, artesanías con reconocimiento internacional.

Chignahuapan es hoy portador de la denominación otorgada por la Secretaria de Turismo que destaca el valor de la conservación de las tradiciones, arquitectura y folclore tradicional de algunos pueblos mexicanos. Es así, que es uno de los pueblos mágicos con los que cuenta el estado de Puebla.

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.

$$CI = \frac{Ve + Vs}{Valoración\ máxima\ de\ caliad} x100$$

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.201. 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.202. 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.203. 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

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor
		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
	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 precensia	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 precencia aguas	0
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles	4
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles	3
		Ausencia de puntos singulares	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesa, etc.)	4
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas	3
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad	2
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva	1
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	0
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas	4
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad	3
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad	2
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad	1
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	0
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras	4
		Construcciones tradicionales , integradas en el paisaje o con valor artístico	3
		Construcciones no tradicionales , de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas., repetidores)	1
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor
	Explotaciones industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías	4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad	2
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	0
	R. Históricos culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso	4
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso	2
		Ausencia de cualquier valor	0
Entorno	Escenario adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio	4
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realizan de forma notable	3
		Similares a las del espacio estudiado	2
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo	1
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0
Singularidad de elementos del paisaje			
Rasgos paisajísticos singulares		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales	4
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes	3
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región	2
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región	1
		Ausencia de elementos singulares relevantes	0

En el siguiente cuadro se presenta la evaluación intrínseca del paisaje, el factor de visibilidad y el índice de afectación paisajística del sistema ambiental.

Cuadro IV.204. Calidad intrínseca del paisaje.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor sin proyecto
Elementos del paisaje		
Relieve	Complejidad topográfica	2
	Pendiente	2
	F. Geológicas	4
Vegetación	Grado de cubierta	3
	Densidad	2
	Distribución horizontal	2
	Altura del estrato superior	3
	Diversidad cromática	2
	Contraste cromático	2
	Estacionalidad	1
Agua	Superficie de agua vista	0
	Estacionalidad del caudal	1
	Apariencia subjetiva del agua	0
	Existencia de puntos singulares	3
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	2
	Densidad viaria	1
	Construcción infraestructura	4
	Explotaciones industriales o mineras	2
	R. Históricos-culturales	0

Calidad intrínseca del paisaje		Valor sin proyecto
Entorno	Escenario adyacente	2
Singularidad de elementos del paisaje		
Rasgos paisajísticos singulares		3
Total		**49**

Cuadro IV.205. Factor de visibilidad.

Factor de visibilidad de la actuación	Valor sin proyecto
Puntos observados	0.5
Distancia de observación	0.5
Frecuencia de observación	0.4
Cuenca visual	0.4
Total	**1.8**

Cuadro IV.206. Índice de calidad paisajística.

Índice de calidad paisajística	Valor sin proyecto
Calidad intrínseca del paisaje	49
Factor de visibilidad	1.8
Índice de calidad paisajística	88
Categorización del paisaje	**Medio**

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 88, 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.207. 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.208. 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.209. Indicadores para determinar el índice de calidad ambiental del agua.

Factor	**Indicador ambiental**
Agua	Permeabilidad
	Distancia a cuerpos y corrientes de agua
	Apariencia subjetiva del agua
	Uso de la corriente de agua (aguas arriba)
	Uso de la corriente de agua (aguas abajo)
	Acuíferos
	Disponibilidad de aguas subterráneas
	Pozos de agua
	Infraestructura hidráulica
	Infraestructura sanitaria
	Regiones hidrológicas prioritarias

Cuadro IV.210. 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

Factor	Indicador ambiental
	Altura de la vegetación
	Uso del suelo
	Cuerpos de agua
	Corrientes de agua

Cuadro IV.211. 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.212. 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.213. 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			●	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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
	Suelos No Productivos	●			
	H. Permeabilidad	1	2	3	
	Permeabilidad Alta			●	2
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	I. Degradación	1	2	3	
	Suelo con degradación	●			1
	Suelo sin degradación			●	
	J. Grado de Cubierta Vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	3
	2 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	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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					**28**
Valor mínimo					13
Valor máximo					39
Calidad Ambiental Suelo					**58**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.214. 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			●	2
	Permeabilidad Media		●		
	Permeabilidad Baja	●			
	D. Distancia a cuerpos y corriente de agua	1	2	3	
	Mayor de 1 Km			●	1
	Menor de 1 Km	●			
	E. Apariencia subjetiva del agua	1	2	3	
	Aguas de apariencia limpia y clara			●	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	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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			●	1
	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					**30**
Valor mínimo					14
Valor máximo					42
Calidad Ambiental del Agua					**57**
Categorización					**Media**

Cuadro IV.215. 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			●	

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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	●			1
	La dirección dominante del viento es contraria a zonas pobladas			●	
	E. Velocidad del viento (m/s)	1	2	3	
	La velocidad del viento es en promedio mayor de 10		●		2
	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
	2 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)	●			3
	El sitio no se encuentra cercano a vías de comunicación			●	
Total					**20**

Elemento	Factor	Valor	Valor asignado
Valor mínimo			10
Valor máximo			30
Calidad Ambiental Atmosférica			**50**
Categorización			**Media**

Cuadro IV.216. 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 cuenta con menos del 30 % de vegetación natural	●			3
	El sistema ambiental cuenta del 31 % al 60 % de vegetación natural		●		
	El sistema ambiental 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 %			●	2
	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. Areas de importancia para la conservación de aves	1	2	3	
	Esta dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves			●	1
	No está dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves	●			
	I. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	1	2	3	
	Se encuentra dentro de una política ambiental de conservación			●	2
	Se encuentra dentro de una política ambiental de aprovechamiento		●		

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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			●	2
	La diversidad de fauna es media		●		
	La diversidad de fauna es baja	●			
	L. Complejidad topográfica	1	2	3	
	Alta	●			2
	Media		●		
	Baja			●	
	M. Grado de Cubierta vegetal	1	2	3	
	61 -100%			●	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					29
Valor mínimo					17
Valor máximo					51
Calidad Ambiental de Flora y Fauna					35
Categorización					**Moderadamente Baja**

Cuadro IV.217. 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	●			3
	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%			●	3
	El porcentaje de PEA respecto a la PO es menor del 50%	●			
	D. Grado de Marginación	1	2	3	
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es alto o muy alto	●			2
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es medio		●		
	De acuerdo a la CONAPO el grado de marginación es bajo o muy bajo			●	
	E. Actividades socioeconómicas	1	2	3	
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es menor del 30 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado	●			1
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es entre el 31% al 60% respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado		●		
	El porcentaje de las unidades económicas del municipio es mayor del 61 % respecto al municipio con mayor porcentaje en relación al estado			●	
	F. Pueblos Indígenas	1	2	3	
	El porcentaje de población indígena en el municipio es mayor del 40%			●	2
	El porcentaje de población indígena en el municipio es menor del 40%		●		
	No existe población indígena en el municipio	●			
	G. Educación	1	2	3	
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es medio superior			●	1
	El máximo nivel de escuelas en el municipio es básica	●			

Elemento	Factor	Valor			Valor asignado
	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					**14**
Valor mínimo					8
Valor máximo					24
Calidad Ambiental Socioeconómica					**38**
Categorización					**Moderadamente Baja**

A continuación, se presenta el resumen del índice de calidad ambiental de cada elemento:

Cuadro IV.218. Resumen del índice de calidad ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Suelo	**58**	**Media**
Agua	**57**	**Media**
Aire	**50**	**Media**
Flora y fauna	**35**	**Moderadamente Baja**
Socioeconómico	**38**	**Moderadamente Baja**

En general la calidad ambiental del área de estudio se puede catalogar como media tendiendo a baja, siendo los factores suelo, agua y aire, los que presentan la categoría de media, el resto de los factores presenta categorías consideradas como moderadamente bajas.

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 encuentra bajo condiciones similares que el sistema ambiental, sin embargo, si existe una diferencia en cuanto a la erosión del suelo, ya que el área de influencia no tiene zonas agrícolas puesto que en todo el área que abarca dicha superficie podemos encontrar la distribución de algún tipo de vegetación, que por consiguiente propicia a una reducción de la erosión, por lo 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 pozos de agua ni aprovechamientos de ningún tipo, así como tampoco existe infraestructura alguna que requiera el uso de este elemento, además de que se pueden observar diversas corrientes de tipo intermitentes, estas presentan ausencia de flujo de agua por lo que podemos decir que para que dichas corrientes tengan flujo de agua tiene que ser en años con épocas muy lluviosas.

Aire

En el aspecto atmosférico podemos decir que en el área de influencia no existen asentamientos humanos, vías de comunicación o industria alguna, por lo que se puede decir que en dicha superficie no existen fuentes directas de contaminación, sumado a la presencia de vegetación propician la prevalencia de una buena calidad atmosférica, las fuentes de contaminación que afectan a dicha superficie provienen de las vías de comunicación y asentamientos humanos que se encuentran cercano a dicha área.

Flora y fauna

Como ya se mencionó anteriormente, el área de influencia se encuentra provista de vegetación. El aspecto faunístico para el área de influencia podemos decir que en dicha superficie no existen especies bajo algún estatus de riego, por lo que la calidad de flora y fauna para esta esta área se determina como buena.

Nota: Se anexa cartografía del documento en el **ANEXO 13. 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] Challenger, A., y J. Soberón. Los ecosistemas terrestres. En: CONABIO. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 2008.

[iv] https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/informe_12/02_ecosistemas/recuadro1.html

[v] Elaboración propia con datos de INEGI. Carta de uso del suelo y vegetación, Serie IV (2007), escala 1: 250,000. México. 2011.

[vi] Rzedowski, J. Vegetación de México. CONABIO.

[vii] INEGI-CONABIO-INE. 2007. Ecorregiones de México, nivel IV, escala 1: 1 000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología, México.

[viii] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 p.

[ix]http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet1bdcb.html.

[x] 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.

[xi] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000

[xii] SEMARNAT, CONAFOR. México. 2005. Coordinación General de Conservación y Restauración. México. 2005.; INEGI. Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III. México.

[xiii] Elaboración propia con datos de INEGI. Carta de uso del suelo y vegetación, Serie IV (2007), escala 1:250,000. México. 2011.

[xiv] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[xv] INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000.

[xvi] Matteucci S, D. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. *Serie de biología*. No. 22. Argentina. 165 pp.

[xvii] 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.

[xviii] 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.

[xix] 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.

[xx] CONABIO, Biodiversidad mexicana. (https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp.html).

[xxi] Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

[xxii] Molina F., Farinós M. 1997. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de

comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. Pp. 1-10.

[xxiii] CONABIO. Capital natural y bienestar social. CONABIO. México. 2006.

[xxiv] Coordinación de Información y Servicios Externos, CONABIO, SEMARNAT. México. 2012.

xxv Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. Estado del conocimiento de la biota. En: CONABIO. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 2008.

[xxvi] Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. CONABIO y CONANP, SEMARNAT. México. 2010.

[xxvii] Alcaraz-Ariza F.J. 2013. Formaciones vegetales. Geobotánica. Universidad de Murcia. España. 13 p.

[xxviii] CONANP, SEMARNAT. Áreas protegidas decretadas. www.conanp.gob.mx/que_hacemos/. Fecha de consulta: septiembre de 2012.

xxix ANP federales: Dirección de Evaluación y Seguimiento, CONANP, SEMARNAT. México. 2012. ANP estatales y municipales: Bezaury-Creel et al., 2009 a y b.

[xxx] Secretaría de la Convención de Ramsar. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 2006.

xxxi Subdirección de Área de la Dirección de Evaluación y Seguimiento, CONANP, SEMARNAT. México. 2012.

[xxxii] INEGI-CONABIO-INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México. Catálogo de metadatos geográficos. México.

[xxxiii] https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html

[xxxiv] Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla, Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 2009, 200 pp

[xxxv] https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html

[xxxvi] Corvalán. C- Hales S. y Mcmichael A. 2005. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre salud. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. España. 64 pp.

[xxxvii] T. Santos, J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Científica y Técnica de ecología y medio ambiente. Vol. 15(2): 3-12 pp. España.

[xxxviii] SCB. 2009. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Gestión forestal sostenible, biodiversidad y medios de vida: Guía de buenas prácticas, Montreal.

[xxxix] CONAFOR.-PNUD-GEF Y RA. 2013. Guía para identificar altos valores de conservación en ecosistemas forestales de México. Rainforest Alliance México-Alianza para Bosques, A.C. (RA). México. 52 pp.

[xl] https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueNublado.html

[xli] Granados-Sánchez D., M.Á. Hernández García y G.F. López-Ríos. 2006. "Ecología de las zonas ribereñas", Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12 (1): 55-69.

[xlii] Naiman R.J., H. Décamps y M. Pollock. 1993. "The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity", Ecological Applications 3: 209-212.

[xliii] Villanueva Díaz, José, Cerano Paredes, Julián, Stahle, D. W., Constante García, Vicenta, Vázquez Salem, Lorenzo, Estrada Ávalos, Juan, & Benavides Solorio, Juan de Dios. (2010). Árboles longevos de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, *1*(2), 7-30.

[xliv] (Anón, 2013) http://www.textoscientificos.com/node/887

[xlv] Hernández, G. M., Granados, D., Sánchez, A. *Productividad de los ecosistemas en las zonas áridas*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 113-123, 2003.

[xlvi] Masera O., de Jong B. y Ricalde I. 2000. Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México-ECOSUR. 197p.

[xlvii] Álvarez del Castillo, J. (2013). Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales). Revista Luna Azul, núm. 37, pp. 41-42. Universidad de Caldas Manizales, Colombia.

[xlviii] T. Santos, J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Científica y Técnica de ecología y medio ambiente. Vol. 15(2): 3-12 pp. España.

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.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 5
V.3.1 ÍNDICE DE INCIDENCIA 7
V.3.2 ÍNDICE DE MAGNITUD 9
V.3.3 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS 34
V.4 BIBLIOGRAFÍA. 39

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 8
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. Inventario de emisiones Puebla 2012-2020 14
Cuadro V.15. Suspensión de partículas que se tendrá en los diversos escenarios con y sin proyecto 14
Cuadro V.16. Límites máximos establecidos en la modificación de la NOM-025-SSA1-1993 15
Cuadro V.17. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la suspensión de partículas. 15
Cuadro V.18. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto 17
Cuadro V.19. Nivel de ruido diversos. 17
Cuadro V.20. Calidad ambiental establecida en función al nivel de presión sonoro emitido 18
Cuadro V.21. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro. 18
Cuadro V.22. Erosión existente actualmente en el área del proyecto 19
Cuadro V.23. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto. 20
Cuadro V.24. Clase de degradación con base en la erosión hídrica 20
Cuadro V.25. Clase de degradación con base en la erosión eólica 20
Cuadro V.26. Clase de degradación propuesta para la función de trasformación 20
Cuadro V.27. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la perdida de material orgánico 21
Cuadro V.28. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto) 22
Cuadro V.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión. 23
Cuadro V.30. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados 23
Cuadro V.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto 24
Cuadro V.32. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto 24

Cuadro V.33. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación 25
Cuadro V.34. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados 26
Cuadro V.35. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto 26
Cuadro V.36. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación con proyecto 26
Cuadro V.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en habitad 27
Cuadro V.38. Factor de visibilidad y valor de los criterios.....28
Cuadro V.39. Valores estimados para el factor de visibilidad con y sin proyecto 29
Cuadro V.40. Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje 29
Cuadro V.41. Valores establecidos para la calidad intrínseca del paisaje a través de sus diversos escenarios con y sin proyecto. 32
Cuadro V.42. índice de calidad paisajística con y sin proyecto. 32
Cuadro V.43. Categorización del paisaje con base en el índice de calidad paisajística 33
Cuadro V.44. Calidad ambiental en función al índice de calidad paisajística 33
Cuadro V.45. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad paisajística con y sin proyecto. 34
Cuadro V.46. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales. 34
Cuadro V.47. Valorización de los impactos detectados y valores de juicio establecidos. 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1 Determinación de unidades homogéneas..... 11
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 13
Figura V.4. Calidad ambiental en función a la suspensión de partículas con y sin proyecto 15
Figura V.5. Nivel de presión sonoro emitida por diversas actividades (Brüel&Kjær, 2000, Ruido ambiental). 16
Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto. 18
Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto 21
Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto 22
Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto 25
Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en habitad con y sin proyecto. 27
Figura V.11. Calidad ambiental en función al índice de calidad paisajística con y sin proyecto..... 33

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, ***señalización***, ***desmonte***, ***extracción de materias primas*** y ***despalme,*** 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	• Señalización • Desmonte • Extracción de materias primas • Despalme	Abiótico	Agua	Infiltración
			Aire	Calidad
				Confort sonoro
			Suelo	Erosión
		Biótico	Flora	Diversidad
				Cobertura vegetal
				Abundancia
			Fauna	Diversidad
				Abundancia

Emisores de impacto		Receptores de impacto		
Etapa	Actividades	Medio	Factor	Subfactor
		Perceptual	Paisaje	Incidencia visual
				Calidad del paisaje
		Económico	Empleo	Empleo

Una vez que se identificaron los emisores y posibles receptores de impacto, se elaboró una matriz de interacciones, en la cual se 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 4 elementos receptores de impactos en las filas, lo que genera un total de 352 interacciones, de las cuales 35 tienen un efecto por el desarrollo del proyecto y 17 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	Confort sonoro	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Proyecto	Cambio de uso de suelo	Señalización				*									*
		Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Extracción de materias primas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
		Despalme	*	*	*	*	*	*	*				*		*

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	Confort sonoro	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo			
Proyecto	Cambio de uso de suelo	Señalización				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	A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	12	1	13
		Despalme	A	a	a	A	a	a	A	A	a	a	a	a	b	12	1	13
Impactos adversos			3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	0	37		
Impactos benéficos			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		4	
Evaluación total			3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4			41

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	-
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro	-
	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.3 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***", 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).

Por lo tanto, el valor para este proyecto le corresponderá 1 para evaluar los atributos de sinergia y acumulación, considerándolo como simple, debido a que no existe otro proyecto similar al que se evalúa en el presente capítulo.

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	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	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	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	Efecto a corto plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual.	Corto	3

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código
	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	Efecto temporal supone una alteración que permanece un tiempo determinado.	Temporal	1
	Efecto permanente supone una alteración de duración indefinida.	Permanente	3
Reversibilidad	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	Efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural humana, mientras no lo es el irrecuperable.	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Continuidad	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	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.3.1 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:

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												0.33
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	1	6	2	6	3	**25**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	1	2	2	3	3	15	
	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												0.33
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	1	6	2	6	3	**25**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	1	2	2	3	3	15	
	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 confort sonoro												0.20
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		3	1	1	2	1	3	1	6	3	**21**	
	Incidencia	-	1	1	1	1	1	1	1	3	3	13	
	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		

Cálculo del índice de incidencia del proyecto													
Factor ambiental	Atributos	Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Incidencia	Índice estandarizado
	Incidencia ponderada		9	1	1	6	3	6	2	6	3	**37**	
	Incidencia	-	3	1	1	3	3	2	2	3	3	21	
	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												0.67
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	4	3	6	2	6	3	**35**	
	Incidencia	-	3	1	1	2	3	2	2	3	3	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**	
Flora	Perdida de cobertura vegetal												0.60
	Ponderación		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	6	2	6	3	**33**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	2	2	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**	
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												0.70
	Ponderación de atributos		3	1	1	2	1	3	1	2	1		
	Incidencia ponderada		9	1	1	2	3	9	2	6	3	**36**	
	Incidencia	-	3	1	1	1	3	3	2	3	3	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**	

V.3.2 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.

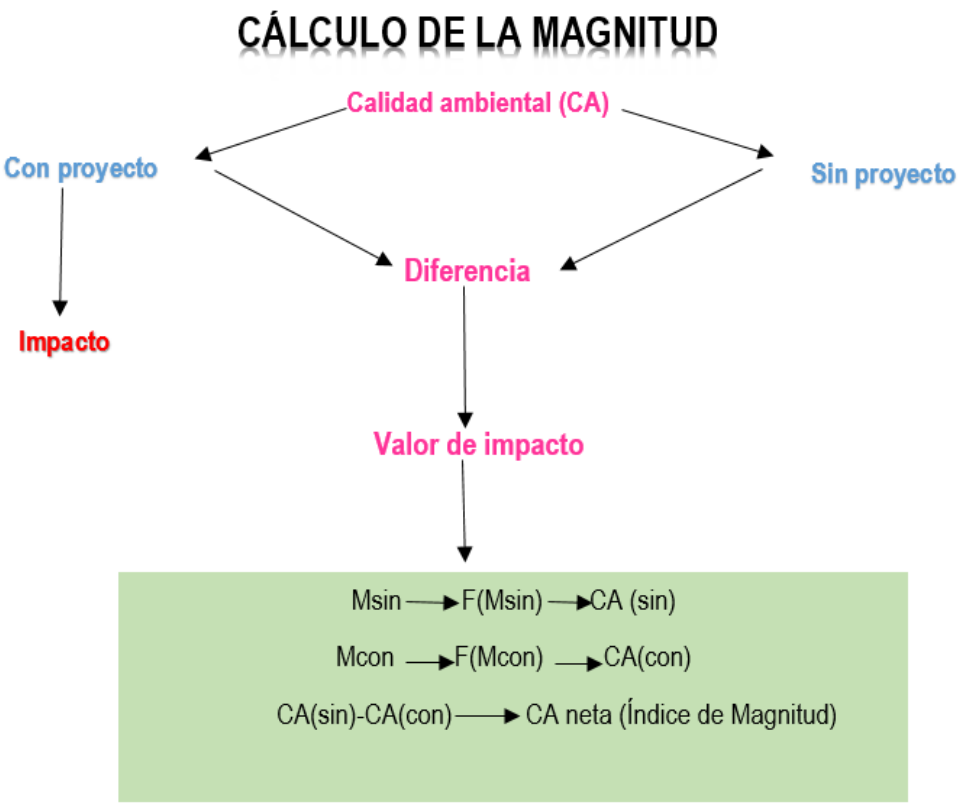


Figura V.1 Determinación de unidades homogéneas

Ejemplificación*:*

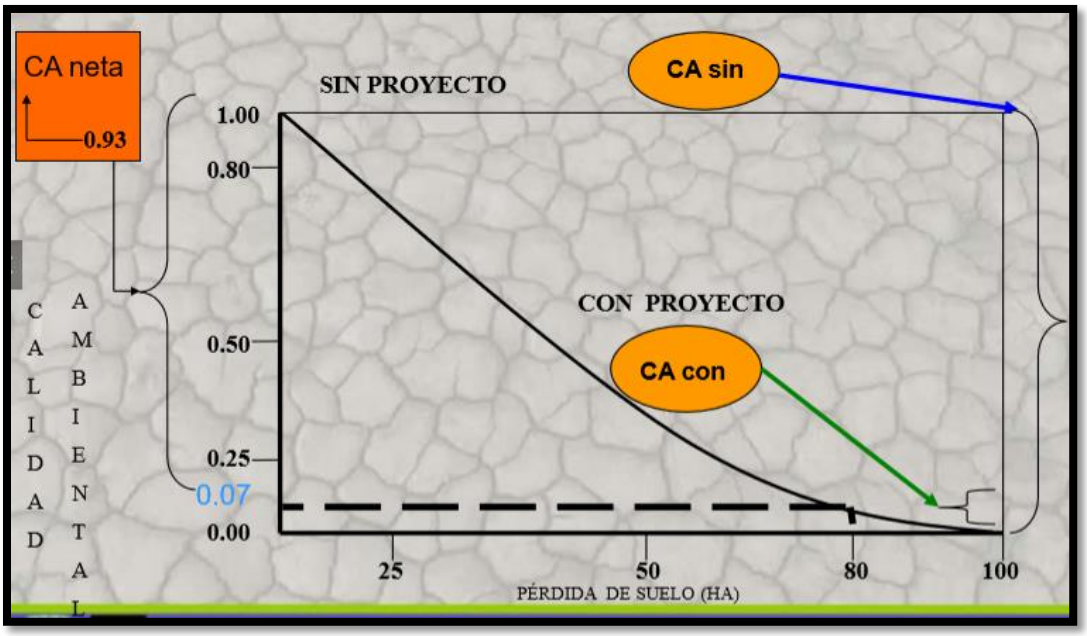


Figura V.2. Determinación de la CA neta para el indicar de pérdida de suelo en hectáreas.

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. VÍTORA (4.a 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	12,738.93	70
Infiltración con proyecto	10,550.33	58

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

$$Perd_h = (10{,}550.33 - 12{,}738.93) = 2{,}188.59$$

$$I = 100 * \left(\frac{12{,}738.93}{10{,}550.33}\right) = 17\%$$

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.

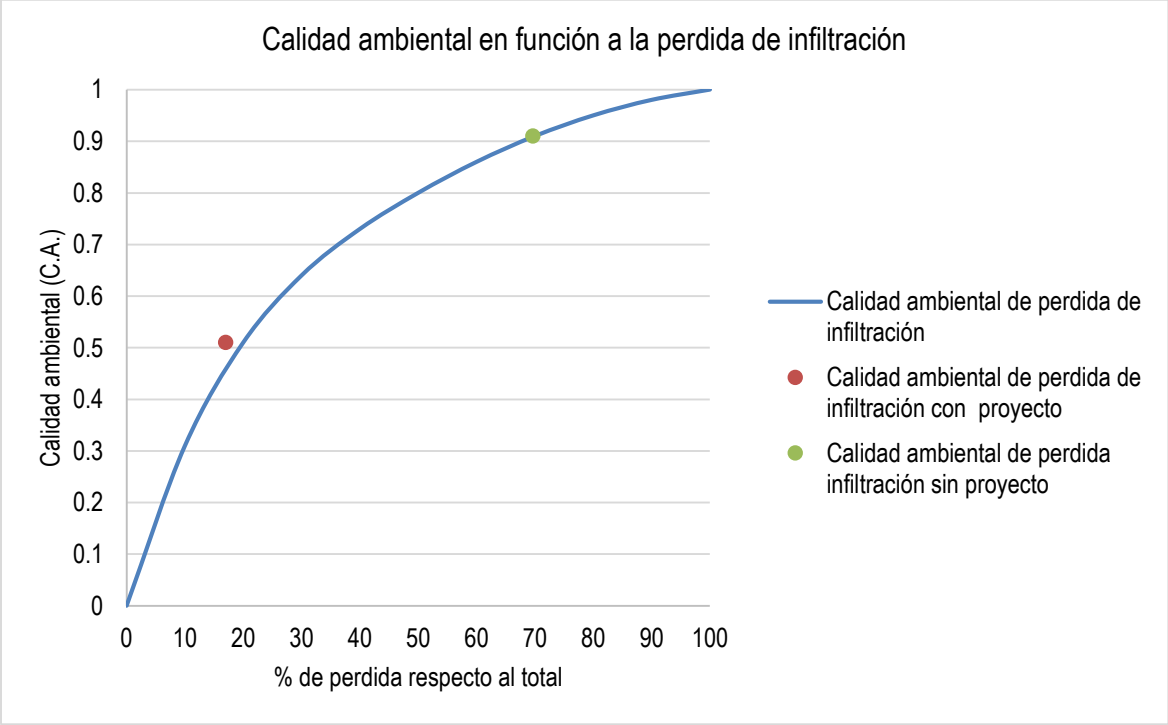


Figura V.3. Calidad ambiental de función a la perdida de infiltración con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

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

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

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

Escenario	Infiltración (%)	Calidad ambiental
I Sin proyecto	70%	0.91
I con proyecto	17%	0.51
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.40**

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS

Entorno a la determinación de la magnitud referente a la suspensión de partículas se tomó de referencia el estudio de la "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), en dicho documento se da a conocer el inventario de los diversos contaminantes que afectan la calidad de aire (NO_2, SO_2, CO, PM_{10}, O_3).

Para el caso de la suspensión de partículas con base en la evaluación (índice de incidencia) realizada anteriormente se considera que dicho impacto proviene directamente de desmonte, movimiento y transporte de la capa orgánica, es decir que por el movimiento de tierras se generaría la suspensión de partículas.

En el documento de la "Gestión de la calidad del aire del estado de Puebla 2012-2020" se da a conocer la cantidad de partículas suspendidas que se generan en el estado de Puebla debido al movimiento al realizar el cambio de uso de suelo.

Cuadro V.14. Inventario de emisiones Puebla 2012-2020

Inventario de emisiones (ton/año)							
Categoría/subcategoría	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_2	COV	NH_3
Ejecución del proyecto	7.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tomando de referencia dicho inventario se establece que para el escenario con proyecto se presenta una suspensión de partículas PM_{10} de 7.7 toneladas por año.

Cuadro V.15. Suspensión de partículas que se tendrá en los diversos escenarios con y sin proyecto

Escenario	**Suspensión de partículas anuales (PM_{10})**
Sin proyecto	0
Con proyecto	5.31

Función de transformación

Para la generación de la función de transformación correspondiente, se toma los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas, en este caso lo establecido en la Modificación a la NOM-025-SSA1-1993 y los límites aceptables recomendados por la organización mundial de la salud, misma que se presenta a continuación.

Cuadro V.16. Límites máximos establecidos en la modificación de la NOM-025-SSA1-1993

Nivel	Exposición (PM_{10})	Norma oficial mexicana
Crónico	50 mg/m^3 (promedio anual)	NOM-025-SSA1-1993
Recomendado	20 mg/m^3 (promedio anual)	ONG (organización mundial de la salud)

El límite máximo permitido se establece como la calidad ambiental más baja (0) y el nivel recomendado por la ONG como la calidad ambiental media (0.5), generando así la función de transformación correspondiente, misma que se muestra a continuación en conjunto con los escenarios con y sin proyecto.

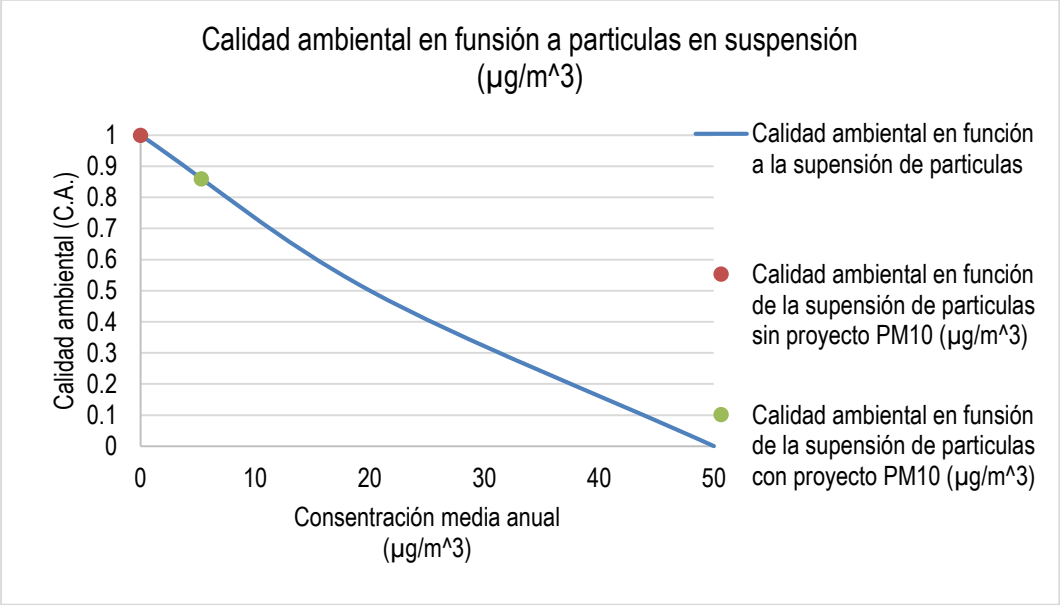


Figura V.4. Calidad ambiental en función a la suspensión de partículas con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

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

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

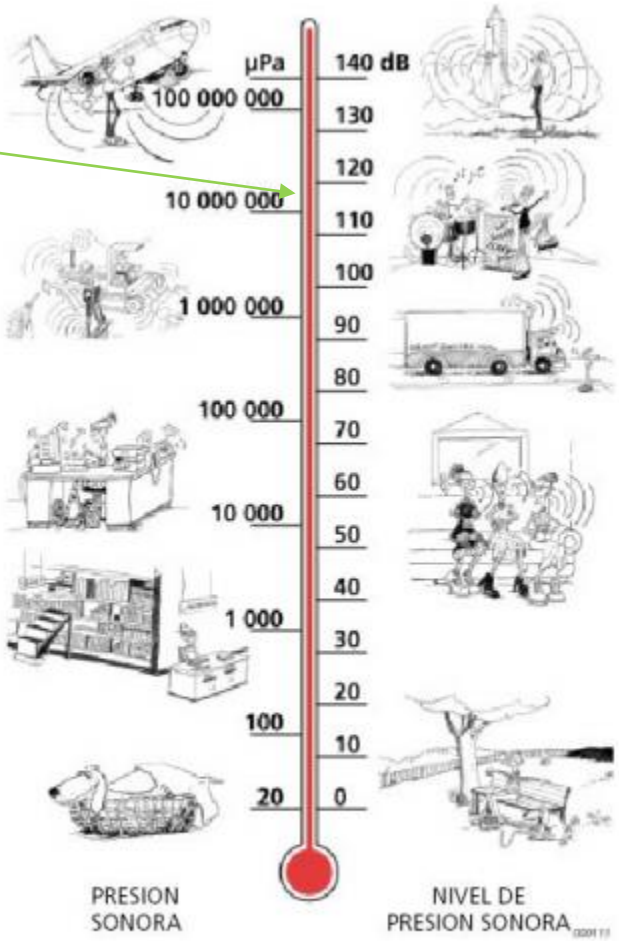
Cuadro V.17. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la suspensión de partículas.

Escenario	Concentración (PM_{10})	Calidad ambiental
Sin proyecto	0	1
con proyecto	5.31	0.86
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.18**

PERDIDA DE CONFORT SONORO

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.18. Nivel de presión sonoro que se tendrá con y sin proyecto

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)
Sin proyecto	0
Con proyecto	119

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.19. 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.20. 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.

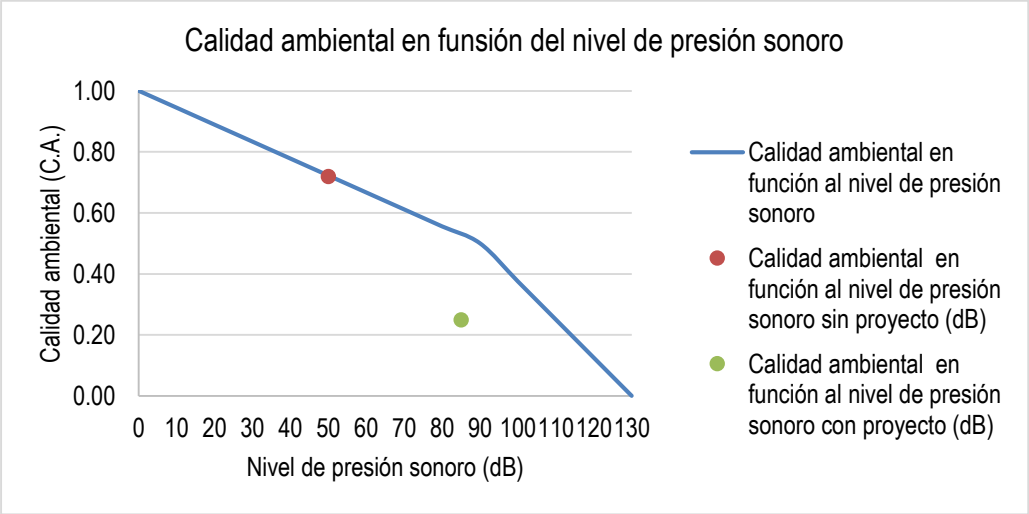


Figura V.6. Calidad ambiental en función al nivel de presión sonoro con y sin proyecto.

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

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

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

Cuadro V.21. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al nivel de presión sonoro.

Escenario	Nivel de presión sonoro (dB)	Calidad ambiental
Sin proyecto	50	0.72
Con proyecto	119	0.25
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.47**

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.22. Erosión existente actualmente en el área del proyecto

Área de proyecto	Erosión (ton/ha)
Erosión Hídrica	16.78
Erosión Eólica	5.23
Total	**22.02**

Con lo expuesto anteriormente podemos decir que en el sitio del proyecto actualmente existe una pérdida anual de 7.6 tonelada por hectárea de material orgánico 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 (1000 m^2) y una profundidad promedio de material orgánico de 20 cm, lo que nos refleja los siguientes resultados:

$$\boldsymbol{V = 10{,}000.00\ m^2 * 0.10m}$$

$$\boldsymbol{V = 1{,}000.00\ m^3}$$

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

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

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

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

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

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

Sustituyendo:

$$T = 1,000.00 * 1.65$$

$$T = 1,650\ toneladas/hectarea$$

Por lo que se estima que con la ejecución del proyecto se tendrá una remoción de 1,650 toneladas por hectárea de material orgánico.

Cuadro V.23. Estimación de cantidad de material orgánico con y sin proyecto.

Escenario	Cantidad de material orgánico (ton/ha)
Sin proyecto	22.02
Con proyecto	1,650

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.24. 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.25. Clase de degradación con base en la erosión eólica

Clasificación de los niveles de degradación erosión eólica	
Clase de degradación	**Valor de la erosión eólica**
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/año
Alta	De 100 a 200 ton /ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Tomado como referencia las diversas clases de degradación presentadas tanto para la erosión hídrica como eólica se generó una nueva clasificación, esto debido a que en todo sitio casi siempre se presentan ambas clases de erosión y la suma de estas representan la erosión total, dicha categorización se presenta a continuación:

Cuadro V.26. 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:

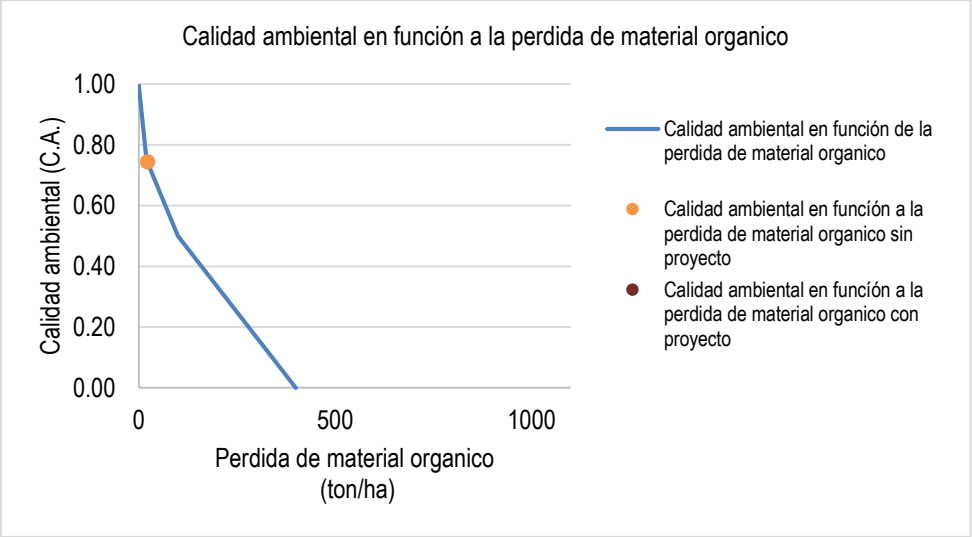


Figura V.7. Calidad ambiental en función a la pérdida de material orgánico con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

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

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

Cuadro V.27. 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	22.02	0.744
Con proyecto	1650	0.00
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.74**

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.28. Erosión presente en los diversos escenarios (con y sin proyecto)

Erosión	Sin proyecto (ton/Ha/año)	Con proyecto (ton/Ha/año)
Erosión Hídrica.	16.78	67.13
Erosión eólica	5.23	20.93
Total	**22.02**	**88.06**

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.

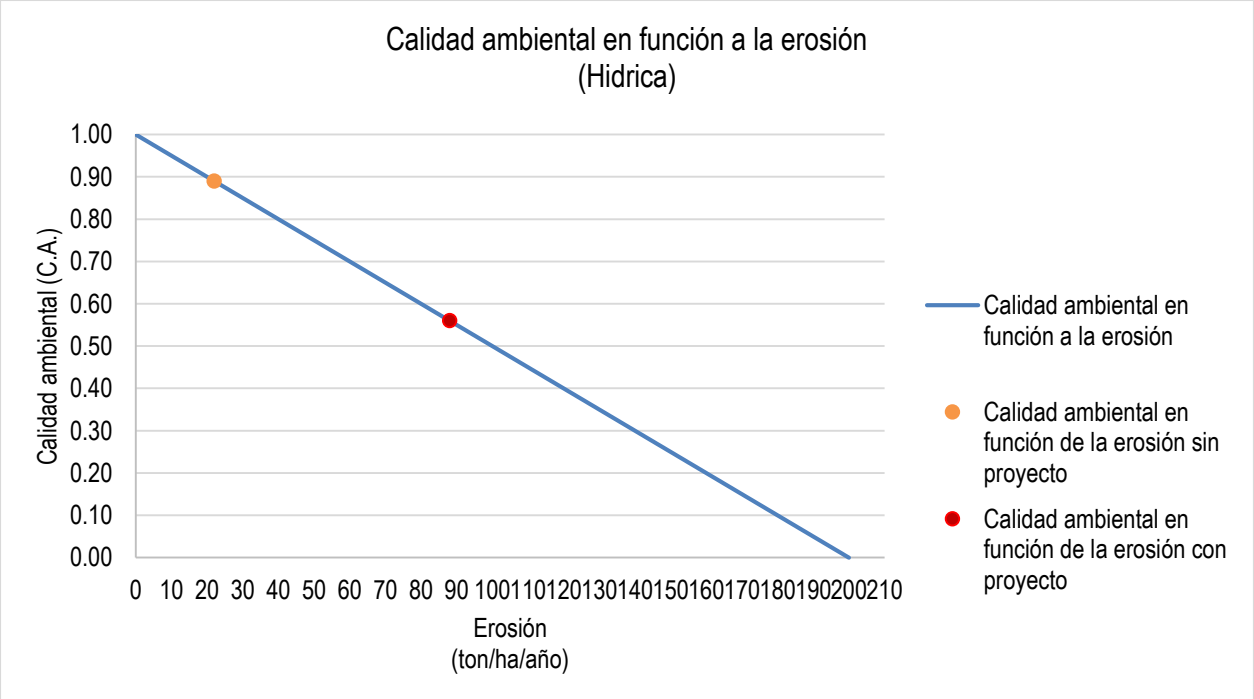


Figura V.8. Calidad ambiental en función a la erosión con y sin proyecto

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.29. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función a la erosión.

Escenario	Erosión (ton/ha/año)	Calidad ambiental
Sin proyecto	22.02	0.89
Con proyecto	88.06	0.56
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.33**

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.30. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados

Especies	*K*	*Shannon*		*Escenario*
		Valor	*Categoría*	
Endemismo	*1*	5	*Condiciones óptimas (diversidad muy alta)*	
Raras	*0.8*	4-5	*Muy buen estado (diversidad alta)*	
Poco común	*0.6*	3-4	*Buen estado (Diversidad media-alta)*	
Frecuentes	*0.4*	2-3	*Estado moderado (diversidad media)*	
Común	*0.2*	1-2	*Pobre con perturbación (Diversidad baja)*	
Muy Común	***0.1***	**0-1**	***Mal estado (Diversidad muy baja)***	**Con proyecto**

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la perdida de cobertura vegetal, es importante tomar en cuenta 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.31. Porcentaje de superficie cubierta de vegetación sin proyecto

(PSCV)			
Tipo de vegetación	**SCTV (ha)**	**K**	**PSCV (%)**
Bosque de pino	2.0093	0.1	20%
STCV (Superficie)	**2.0093**	-	-

Cuadro V.32. 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	0	0	0.0%
STCV (Superficie total de CUSTF)	2.0093	-	

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.

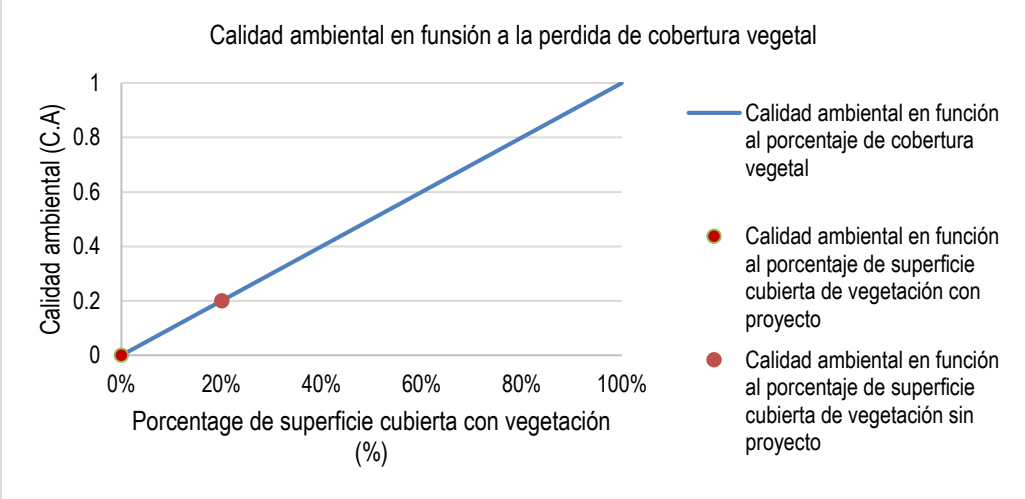


Figura V.9. Calidad ambiental en función al porcentaje de superficie cubierta de vegetación con y sin proyecto

Calidad ambiental neta o índice de magnitud

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

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

Cuadro V.33. 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
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.2**

MODIFICACIÓN DEL HABITAD

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.34. Valores de K establecidos en función de los índices de Shannon determinados

Especies	*K*	*Shannon*		Escenario
		Valor	*Categoría*	
Endemismo	*1*	5	*Condiciones óptimas (diversidad muy alta)*	
Raras	*0.8*	4-5	*Muy buen estado (diversidad alta)*	
Poco común	*0.6*	3-4	*Buen estado (Diversidad media-alta)*	
Frecuentes	*0.4*	2-3	*Estado moderado (diversidad media)*	
Común	*0.2*	1-2	*Pobre con perturbación (Diversidad baja)*	
Muy Común	*0.1*	0-1	*Mal estado (Diversidad muy baja)*	Con proyecto

Para la determinación del índice de magnitud correspondiente a la modificación del 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.35. 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 pino	2.0093	0.2	40%
STCV (Superficie)	2.0093	-	-

Cuadro V.36. 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 pino	2.0093	0	0%
STCV (Superficie)	**2.0093**	-	

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.

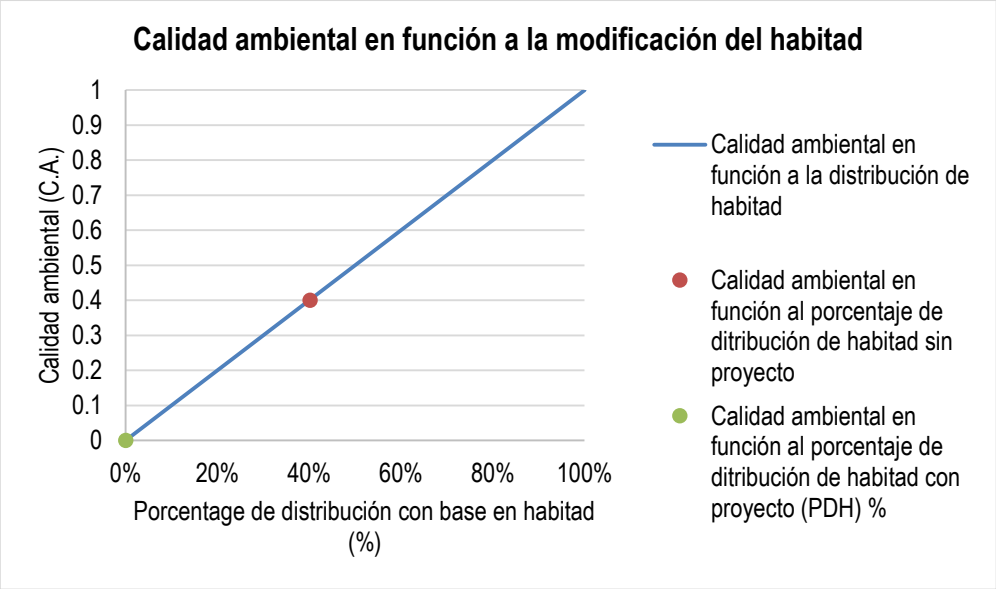


Figura V.10. Calidad ambiental en función al porcentaje de distribución con base en habitad con y sin proyecto.

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.37. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al porcentaje de distribución con base en habitad

Escenario	PDH (%)	Calidad ambiental
Sin proyecto	40%	0.4
Con proyecto	0	0
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.4**

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

Para la determinación de índice de magnitud de la modificación paisajística se recurrió a la metodología propuesta en el capítulo IV referente al paisaje, la cual toma en consideración diversos aspectos paisajísticos relevantes del sitio y su entorno, a través de su inventario ambiental tales como visibilidad, calidad paisajística, fragilidad del paisaje, elementos, componentes del paisaje, los elementos visuales básicos del paisaje como son la forma, la línea, el color y la textura, relieve, geomorfología, vegetación, dicho análisis parte a través de dos componentes que son el factor de visibilidad y la calidad intrínseca del paisaje, la cual se estimó considerada los dos principales escenarios, el actual y el posible escenario que se tendrá después de haberse ejecutado el proyecto.

1. FACTOR DE VISIBILIDAD

$$Fv = A + B + C + D$$

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 V.38. Factor de visibilidad y valor de los criterios.

Factor de visibilidad de la actuación		Valor
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)	0.2
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

Con base en los criterios y formulas establecidos se determinó el factor visibilidad para el escenario con y sin proyecto.

Cuadro V.39. Valores estimados para el factor de visibilidad con y sin proyecto

Factor de visibilidad de la actuación	Valor sin proyecto	Valor con proyecto
Puntos observados	0.5	0.2
Distancia de observación	0.5	0.5
Frecuencia de observación	0.4	0.2
Cuenca visual	0.4	0.3
Total	**1.8**	**1.2**

2. CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE

$$CI = \frac{Ve + Vs}{Valoración\ máxima\ de\ caliad} x100$$

(0<CI<100)

CI= Calidad intrínseca visual del paisaje

Ve=Elementos o componentes básicos del paisaje

Vs= Singularidad de los elementos del paisaje

A continuación, se presenta criterios establecidos para la calidad intrínseca del paisaje.

Cuadro V.40. Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje

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

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor
		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
	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

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	0
	Construcción infraestructura	Ausencia de construcciones e infraestructuras	4
		Construcciones tradicionales , integradas en el paisaje o con valor artístico	3
		Construcciones no tradicionales , de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas., repetidores)	1
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0
	Explotaciones industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías	4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad	2
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	0
	R. Históricos culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso	4
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso	2
		Ausencia de cualquier valor	0
Entorno	Escenario adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio	4
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realizan de forma notable	3
		Similares a las del espacio estudiado	2
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo	1
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0
Singularidad de elementos del paisaje			
Rasgos paisajísticos singulares		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales	4
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes	3
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región	2
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región	1
		Ausencia de elementos singulares relevantes	0

A continuación, se presenta los valores determinados para los diversos escenarios con y sin proyecto.

Cuadro V.41. Valores establecidos para la calidad intrínseca del paisaje a través de sus diversos escenarios con y sin proyecto.

Calidad intrínseca del paisaje		Valor sin proyecto	Valor con proyecto
Elementos del paisaje			
Relieve	Complejidad topográfica	2	3
	Pendiente	2	3
	F. Geológicas	4	4
Vegetación	Grado de cubierta	3	0
	Densidad	2	0
	Distribución horizontal	2	1
	Altura del estrato superior	2	0
	Diversidad cromática	2	1
	Contraste cromático	2	1
	Estacionalidad	1	0
Agua	Superficie de agua vista	0	0
	Estacionalidad del caudal	0	0
	Apariencia subjetiva del agua	0	0
	Existencia de puntos singulares	3	1
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	4	0
	Densidad viaria	1	0
	Construcción infraestructura	4	4
	Explotaciones industriales o mineras	4	4
	R. Históricos-culturales	0	0
Entorno	Escenario adyacente	2	2
Singularidad de elementos del paisaje			
Rasgos paisajísticos singulares		3	3
Total		**51**	**32**

Una vez determinada los valores referentes al factor de visibilidad y la calidad intrínseca del paisaje se estima el índice de calidad paisajística (ICP), La fórmula correspondiente se presenta a continuación.

$$ICP = CI\ (FV)$$

ICP= Índice de calidad paisajística

CI= Calidad visual intrínseca del paisaje

Fv= Factor de visibilidad

En el siguiente cuadro se presenta el índice de calidad paisajista determinada para los diversos escenarios con y sin proyecto.

Cuadro V.42. índice de calidad paisajística con y sin proyecto.

Índice de calidad paisajística	sin proyecto	con proyecto
Calidad intrínseca del paisaje	51.19	32.14
Factor de visibilidad	1.80	1.20
Índice de calidad paisajística	**92.14**	**38.57**

FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Para el caso de la función de trasformación correspondiente al paisaje, se tomó en consideración la misma metodología propuesta para la evaluación del paisaje (capitulo IV) en la cual se establece la siguiente clasificación con base en el índice de calidad paisajística determinada.

Cuadro V.43. Categorización del paisaje con base en el índice de calidad paisajística

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)

Tomando en consideración la categorización del paisaje presentada anteriormente, se establece el rango de valores de calidad ambiental, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro V.44. Calidad ambiental en función al índice de calidad paisajística

Índice de calidad paisajística	Categorización del paisaje	Calidad ambiental
1 a 33	Mínimo (MI)	0-.25
34 a 66	Ligero (L)	0.26-0.5
67 a 100	Medio (M)	0.51-0.75
100 a 200	Notable (N)	0.76-1

A partir del cuadro anterior se establece la función de transformación correspondiente, misma que se presenta en la siguiente figura en conjunto con los diversos escenarios con y sin proyecto.

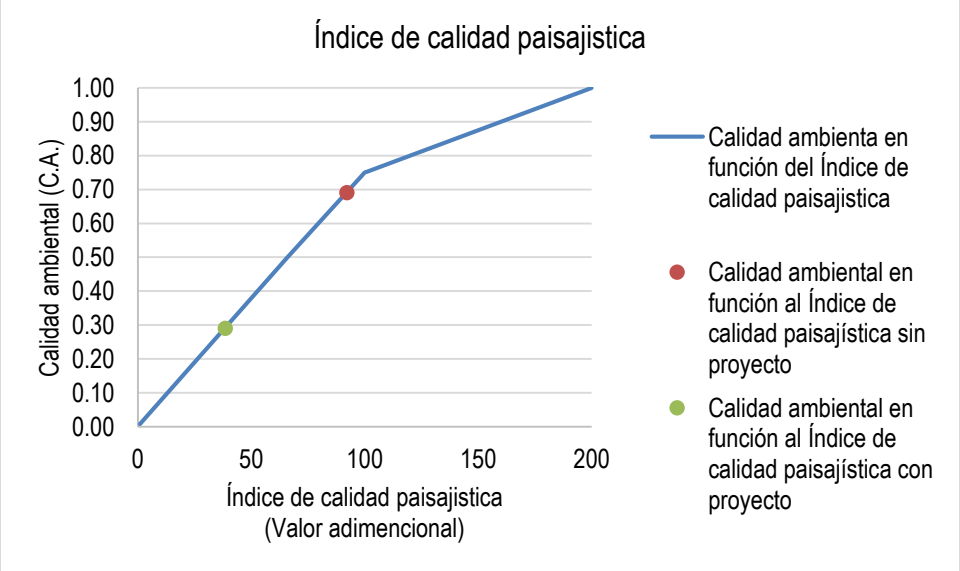


Figura V.11. Calidad ambiental en función al índice de calidad paisajística con y sin proyecto.

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.45. Calidad ambiental neta (índice de magnitud) en función al índice de calidad paisajística con y sin proyecto.

Escenario	Categorización del paisaje	Calidad ambiental
Sin proyecto	92.14	0.69
con proyecto	38.57	0.29
C.A. Neta (Índice de magnitud)		**0.40**

V.3.3 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.46. Valores de juicio establecidos para la valoración de impacto ambientales.

Significancia de los impactos		Descripción	Valor de juicio
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. Su recuperación no requiere de aplicación de medidas pero requiere tiempo.	0.26 – 0.50
Significativos	**Severos**	Alteraciones que sin medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA. Su recuperación requiere de aplicación de medidas y tiempo.	0.51 – 0.75
	Críticos	Alteraciones que aún con medidas de mitigación afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA. Sin recuperación aún con la aplicación de medidas	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.47. 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	0.33	0.40	0.13	Compatibles
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas	0.33	0.18	0.06	Compatibles
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro	0.20	0.47	0.09	Compatibles
	Suelo	Erosión	Aumento de la erosión	0.73	0.33	0.24	Compatibles
			Pérdida de material orgánico	0.67	0.74	0.50	**Moderados**
Biótico	Flora	Diversidad Cobertura vegetal Abundancia	Pérdida de la cobertura vegetal	0.60	0.20	0.12	Compatibles
	Fauna	Diversidad Abundancia	Modificación del hábitat	0.40	0.40	0.16	Compatibles
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual Calidad del paisaje	Modificación del paisaje	0.70	0.40	0.28	**Moderados**

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 6 presentan compatibilidad y dos 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 17% de infiltración total, dando como resultado en la función de transformación una calidad ambiental significativa y considerando el tipo de suelo presente en el sitio del proyecto el cual se considera favorecedora de la infiltración. Por lo tanto, no se verá afectada de manera drástica y significativa, además de se propondrán obras para mitigara 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 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 0.89 a 0.56, disminuyendo a una calidad ambiental de neta de 0.33, 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 el más significativo de los impactos detectados, 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 efecto moderado 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 de manera paulatina, por lo que la superficie a intervenir de cierta manera siempre estará cubierta de capa fértil.

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.

Pérdida del confort sonoro

Respecto a la perdida de confort sonoro al igual que los impactos en torno al factor aire, esta 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 máximos establecidos por la legislación vigente aplicable, 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 las inmediaciones 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 habitad

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 moderado 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.1 CONCLUSIONES.

Como conclusión general se puede decir que los niveles de impactos determinados en un 75% 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 irreversibles 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 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. 4

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. 12

VI.1.4.3 SUELO. 17

VI.1.4.4 FLORA. 22

VI.1.4.5 FAUNA. 42

VI.1.4.6 PAISAJE. 44

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA). 44

VI.2.1 INTRODUCCIÓN. 44

VI.2.2 OBJETIVOS. 45

VI.2.2.1 OBJETIVO GENERAL. 45

VI.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 45

VI.2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO. 45

VI.2.4 ACCIONES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 45

VI.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. 46

VI.3 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS. 55

VI.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). 59

VI.4.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. 61

VI.4.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 61

VI.5 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS DE FIANZAS. 61

VI.6 BIBLIOGRAFÍA 64

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. Cuadro de medidas a establecer por la ejecución del proyecto. 6
Cuadro VI.5. Comparativo de infiltración del S.A. y proyecto 9
Cuadro VI.6. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de vegetación. 10
Cuadro VI.7. Comparativo escurrimiento/infiltración. 10
Cuadro VI.8. Obras de retención de infiltración de agua. 11
Cuadro VI.9. Contenido de carbono en el AP 13
Cuadro VI.10. Número de individuos por especie a reforestar. 14
Cuadro VI.11. Contenido de carbono y contenido de biomasa aérea por especie en el número total de individuos a establecer en la superficie de reforestación. 14
Cuadro VI.12. Toneladas de carbono que se captaran en la superficie de reforestación. 15
Cuadro VI.13 Toneladas de carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación. 15
Cuadro VI.14. Cantidad de material orgánico rescatado. 18
Cuadro VI.15. Datos de erosión en el área de cambio de uso de suelo 21
Cuadro VI.16. Erosión del área de las áreas sujetas a evaluación. 21
Cuadro VI.17. Valores obtenidos con la realización de las obras 22
Cuadro VI.18. Criterios para la determinación de las especies a reubicar 24
Cuadro VI.19. Determinación de las especies a rescatar y reubicar 25
Cuadro VI.20. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar 28
Cuadro VI.21. Criterios utilizados para la determinación del número de individuos por especies a reubicar 29
Cuadro VI.22. Especies propuestas para el rescate y reubicación sin categoría. 34
Cuadro VI.23. Datos utilizados para calcular la capacidad de carga 38
Cuadro VI.24. Especies propuestas para reforestar 40
Cuadro VI.25. Especies propuestas para rehabilitar el CUS 42
Cuadro VI.26. Programa de vigilancia ambiental. 47
Cuadro VI.27. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos. 56
Cuadro VI.28. Calendarización de las actividades por año y mes de intervención (1, 5, 9 y 12). 57
Cuadro VI.29. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas. 59
Cuadro VI.30. Estimación de los costos de las medidas de mitigación. 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Grafica de la captura de carbono en la zona de reforestación 16
Figura VI.2. Áreas temporales de depósito del material fértil e inerte. 20
Figura VI.3. Triángulo de especies presentes para bosque de encino en el AP. 30
Figura VI.4. Plano del área de reubicación de flora silvestre. 33
Figura VI.5. Fotos georreferenciadas de las condiciones que presentan las áreas del proyecto. 35
Figura VI.6. Fotos georreferenciadas de las condiciones que presentan las áreas propuestas para reubicación. 36
Figura VI.7. Curva en forma de sigmoide (S). 37
Figura VI.8. Capacidad de carga (K) en el área de reubicación. 39
Figura VI.9. Ubicación del área propuesta para reforestación. 41

Figura VI.10. Desarrollo de la ejecución del área del proyecto. 58

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI.1. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas. 11
Imagen VI.2. Esquema de infiltración del agua 11
Imagen VI.3. Humedecimiento de las áreas 12
Imagen VI.4. Erosión eólica en el desmonte 17
Imagen VI.5. Ejemplo del transporte de tierra fértil. 19
Imagen VI.6. Especies propuestas a rescatar y reubicar 26
Imagen VI.7. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación (1) 31
Imagen VI.8. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación (2) 32

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, tienen 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 nativa 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 2.0093 ha., representando el 0.19% 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.

VEGETACIÓN DEL AP				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
ESTRATO ARBÓREO				
1	Ericaceae	Arbutus	Arbutus xalapensis	Madroño
2	Buddlejaceae	Buddleja	Buddleja cordata	Tepozan
3	Cupressaceae	Juniperus	*Juniperus deppeana*	Táscate
4	Nolinaceae	Nolina	*Nolina longifolia*	Borracho
5	Pinaceae	Pinus	*Pinus rudis*	Pino de las alturas
6	Fagaceae	Quercus	*Quercus crassipes*	Encino
7	Fagaceae	Quercus	*Quercus dysophylla*	Encino laurelillo
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis conferta*	Jarilla
ESTRATO HERBÁCEO				
1	Aspleniaceae	*Asplenium*	*Asplenium monanthes*	Helecho
2	Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero
3	Cistaceae	*Helianthemum*	*Helianthemum glomeratum*	Gobernadora
4	Poaceae	*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón
5	Poaceae	*Panicum*	*Panicum hallii*	Panizo aserrín
ESTRATO EPÍFITAS Y/O CACTÁCEAS				
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores

VEGETACIÓN DEL AP				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito

- **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.

FAUNA DEL AP				
ID	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**
HERPETOFAUNA				
1	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija
2	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus scalaris*	Lagartija
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa
AVIFAUNA				
1	Parulidae	*Basileuterus*	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada
2	Parulidae	*Basileuterus*	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa
3	Parulidae	*Cardellina*	*Cardellina rubra*	Chipe rojo
4	Trochilidae	*Hylocharis*	*Hylocharis leucotis*	Zafiro oreja blanca
5	Emberizidae	*Junco*	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre
6	Parulidae	*Myioborus*	*Myioborus miniatus*	Pavito
7	Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	Perlita azul-gris
8	Aegithalidae	*Psaltriparus*	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo
9	Troglodytidae	*Troglodytes*	*Troglodytes aedon*	Saltapared
10	Turdidae	*Turdus*	*Turdus migratorius*	Primavera
MASTOFAUNA				
1	Canidae	*Urocyon*	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra
2	Sciuridae	*Sciurus*	*Sciurus aureogaster*	Ardilla

De las especies anteriormente mencionadas para la flora y 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 "BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA", se ocasionaran los siguientes impactos:

Impactos generados:

Cuadro VI.3. Impactos identificados por componente ambiental.

MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR	IMPACTO GENERADO
Abiótico	Agua	Infiltración	Reducción en la infiltración
	Aire	Calidad	Suspensión de partículas
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro
	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

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.

A continuación, se describe un resumen de las medidas de los impactos ambientales para cada elemento ambiental y posteriormente se desglosa el sistema de medidas por factor.

Cuadro VI.4. 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	M7	Delimitación del áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Previo al inicio de actividades se realizará la delimitación de las áreas en donde se llevaran 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 1, 952.92 m
			M9	Colocación de sanitarios portátiles	Para impedir la contaminación del agua y suelo se propone la colocación de un baño portátil y se le dará mantenimiento periódicamente durante todo el proceso del proyecto.	Prevención	Se instalará 1 baño
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Como medida compensatoria se plantea la ejecución de un programa de reforestación y conservación de suelos, el cual contempla la ejecución de terrazas individuales para los ejemplares a plantar y el rescate de individuos de flora, de los cuales solo para los géneros (*Agave*, *Mammillaria* y *Opuntia*). Estas obras cumplen con la función de retener el agua pluvial favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.	Mitigación	1,500 terrazas individuales en una superficie de 2.0093 ha y 796 terrazas individuales en una superficie de 0.9339 ha. Dando un total de 2, 296 obras.
	Aire	Suspensión de partículas	M13	Horarios de trabajo bajo normativa	Se establecerán horarios de trabajo estables permitidos por la normatividad vigente, de modo que esto permita establecer horarios fijos y de esta manera evitar largas jornadas laborales que generen e incrementen la generación de partículas suspendidas.	Prevención	Se trabajaran 8 horas diarias.
			M11	Humedecimiento de superficies	Se humedecerá la superficie en donde exista polvo para evitar la dispersión de polvos	Prevención	Humedecimiento paulatino conforme el área del proyecto lo requiera.
			M12	Revestimiento de camiones con lonas	Se cubrirán los camiones con lonas durante el transporte de los materiales para evitar la dispersión de partículas dentro del área del proyecto y áreas aledañas.	Prevención	Todos los camiones.
		Perdida de confort sonoro	M10	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo la maquinaria y equipo.	Prevención	Toda la maquinaria y el equipo.
			M13	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-041-SEMARNAT-2015 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; 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-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores; además de ajustarse al horario permitido por la misma.	Prevención	Todos los camiones y maquinaria.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
	Suelo	Perdida de material orgánico	M4	Rescate del material resultante del despalme	*No habrá una pérdida de suelo* puesto que se pretende utilizar el mismo material removido para estabilizar la superficie del mismo proyecto así como impulsar la regeneración de vegetación	Prevención	En una superficie de 2.0093 ha., y un volumen 2,009.30 m³.
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Establecer mecanismos que incentiven la conservación del suelo y reduzcan la erosión.	Mitigación	Captación de 215.82 ton de azolve
			M1	Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.	Prevención	En los años de intervención (1, 5, 9 y 12)
		Aumento de la erosión	M3	Establecimiento de zona búfer	Se establecerá una zona búfer de la periferia hacia el centro del proyecto, misma que fungirá como un mecanismo para proteger la vegetación presente más allá del área del proyecto delimitado, esta es considerada como una medida alternativa.	Prevención	Zona búfer de 3 metros
			M5	Rehabilitación del área aprovechada	Una vez concluido las actividades para la extracción de arena, en la superficie del proyecto, se pretende realizar el relleno y nivelación del área, roturación del suelo, reincorporación del material orgánico, dispersión de semilla y reforestación con especies nativas del área del proyecto.	Compensación	1, 450 Individuos plantados
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Las mismas obras de conservación de suelos propuestas para la retención de agua, cumplen con la función de retener el suelo que se llegase a perder por la ejecución de las actividades del proyecto.	Mitigación	1,500 terrazas individuales en una superficie de 2.0093 ha y 796 terrazas individuales en una superficie de 0.9339 ha. Dando un total de 2, 296 obras.
		Contaminación del suelo☭	M8	Colocación de contenedores para residuos sólidos	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.	Prevención	Colocación de 4 contenedores clasificados por colores
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	M14	Rescate y reubicación de flora	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo, contempla la implementación de un "Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre" (ANEXO 9. PROG. FLORA), con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia.	Prevención	1, 809 individuos a reubicar
			M6	Programa de conservación de suelos y reforestación (Reforestación adicional)	Se propone la realización de una reforestación adicional, es decir, fuera del área del proyecto. Se buscará 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 11. PROG. REFORESTACIÓN)	Compensación	1, 500 Individuos plantados en una superficie de 2.0093 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medidas		Descripción de las medidas	Tipo de medida	Cantidad
			M5	Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	Una vez concluido las actividades para la extracción de arena, en la superficie del proyecto, se pretende realizar el relleno y nivelación del área, roturación del suelo, reincorporación del material orgánico, dispersión de semilla y reforestación con especies nativas del área del proyecto. (ANEXO 12. PROG. REHABILITACIÓN)	Compensación	1, 450 Individuos plantados en una superficie de 2.0093 ha.
	Fauna	Modificación del hábitat	M15	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 de fauna presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del proyecto.	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 2.0093 ha.
			M16	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 proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas (en caso de encontrarse) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. 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. Lo que se propone es un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 10. PROG. FAUNA).	Prevención	En la superficie total del área del proyecto, 2.0093 ha.
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	M17	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 propias de la naturaleza del sitio intervenido.	Mitigación	En la superficie total del área del proyecto, 2.0093 ha.
			M6	Programa de conservación de suelos y reforestación (Mantenimiento de la reforestación)	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 449 individuos en una superficie de 2.0093 ha.
			M5	Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	La calidad paisajística comprende la rehabilitación del área aprovechada por medio de una reforestación con especies nativas del lugar. Así mismo, el proyecto establece su aprovechamiento de manera más amigable con el medio ambiente considerando el rescate de vegetación nativa, el resguardo del material fértil y una reforestación adicional.	Compensación	Superficie de rehabilitación 2.0093 ha.; superficie de reforestación 2.0093 ha.

- 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.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.

Todas las actividades relacionadas al proyecto se restringirán únicamente a la superficie solicitada para el área del proyecto, evitando así la afectación de sitios no contemplados en el presente proyecto. 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.

Todos los trabajos se realizarán bajo estricta supervisión, para evitar que se generen más daños de los necesarios.

COLOCACIÓN DE SANITARIOS PORTÁTILES.

En el contexto de los impactos generados por las actividades a realizar en torno al proyecto se contempla aquellos generados por los trabajadores a través de sus necesidades fisiológicas básicas, por lo que se pretende establecer un sanitario portátil con lo que se prevé cubrir dicha necesidad, la cual será contratado con una empresa autorizada para tal fin a modo que este contemple su mantenimiento paulatino o cuando este lo requiere, con esta actividad se busca prevenir la afectación al ambiente y sus diversos factores.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (TERRAZAS INDIVIDUALES).

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 6, 243,691.13 m^3 de agua cada año; así mismo, respecto al área de aprovechamiento correspondiente a 2.0093 ha., con una precipitación de 910.5 mm., adquieren una infiltración de 12,738.93 m^3 de agua anualmente, lo que representa el 0.20% del sistema ambiental.

Cuadro VI.5. Comparativo de infiltración del S.A. y proyecto

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
SISTEMA AMBIENTAL		
Volumen precipitado	9,809,354.61	100
Volumen EVT	2,395,194.94	24
Volumen escurrimiento	1,170,468.54	12
Volumen infiltración	6,243,691.13	64
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
ÁREA DEL PROYECTO		
Volumen precipitado	18,294.68	100
Volumen EVT	4,467.09	24
Volumen escurrimiento	1,088.66	6

BALANCE HÍDRICO ACTUAL		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen infiltración	12,738.93	70

Por otra parte, utilizando los cálculos del área aprovechada y realizando el balance hídrico, pero con la remoción total de los individuos, nos da como resultado que tendremos un aumento del escurrimiento a 2,188.59 m^3 de agua, y por ende una disminución de infiltración (-2,188.59 m^3).

Cuadro VI.6. Infiltración potencial del proyecto por la remoción de vegetación.

BALANCE HÍDRICO CON REMOCIÓN		
ÁREA DEL PROYECTO		
Balance hídrico	**m^3/año**	**%**
Volumen precipitado	18,294.68	100
Volumen EVT	4,467.09	24
Volumen escurrimiento	3,277.25	18
Volumen infiltración	10,550.33	58

Cuadro VI.7. Comparativo escurrimiento/infiltración.

Balance hídrico	Actual (m3/año)	Con remoción (m3/año)	Diferencia (m3/año)
Volumen escurrimiento	1,088.66	3,277.25	2,188.59
Volumen infiltración	12,738.93	10,550.33	-2,188.59

Se puede concluir que actualmente existe una infiltración de 12,738.93 m^3/año correspondiente al área sometida a evaluación, ejecutando el proyecto tendremos una infiltración menor de 10,550.33 m^3, aumentando el volumen de escurrimiento a 2,188.59 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 0.03% 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.

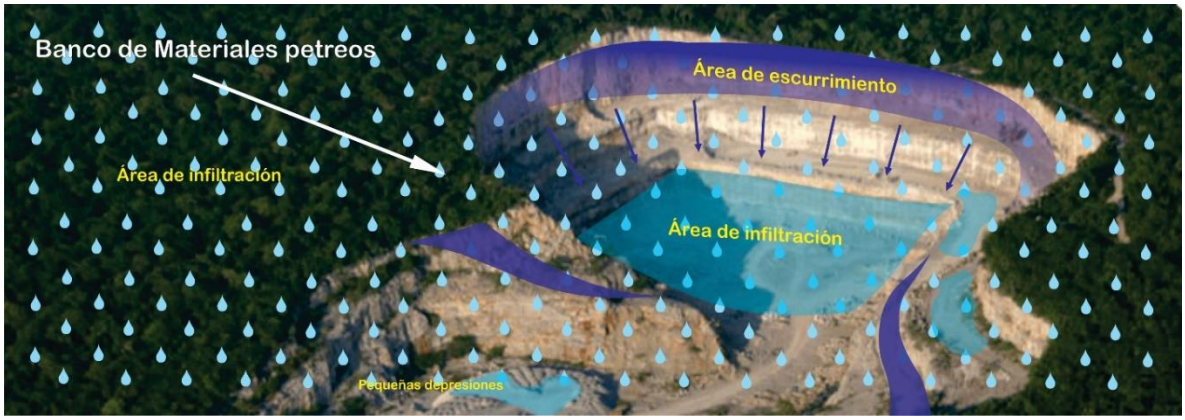


Imagen VI.1. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas.

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 el agua que cae en las áreas sin vegetación se infiltrará en las zonas aledañas al proyecto.

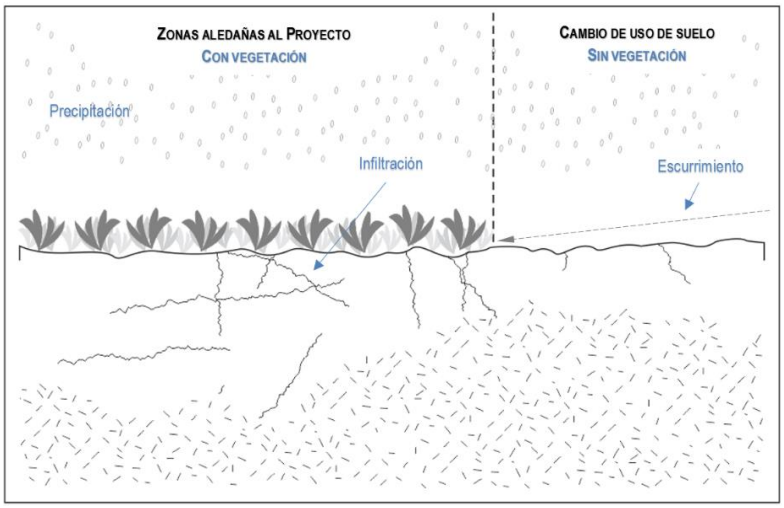


Imagen VI.2. Esquema de infiltración del agua

Por otro lado, se menciona que las medidas contra impactos propuestas como lo es la reforestación e individuos a reubicar proponen obras de conservación como es la elaboración de terrazas individuales el cual lleva consigo ventajas como es la retención de agua y azolve.

Como dato extra se menciona que, 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 1,500 terrazas (reforestación adicional) y 796 de los individuos a rescatar en un término de proyecto se ganará una infiltración de 14,873.488 m^3.

Cuadro VI.8. Obras de retención de infiltración de agua.

Obras	m^3/ha que retiene cada obra	Número de obras a establecer por/ha (pza.)	Superficie de propuesta (ha)	Número de obras Totales (pza.)	Días promedio de lluvia al año	Retención de agua de los obras propuestas (m^3)
Terraza individual sp rescatar	0.0790	625	2.0093	796	82	5,156.49
Terraza individual sp refo adicional	0.0790	625/1,111		1,500		9,717.00
TOTAL						**14,873.488**

VI.1.4.2 AIRE.

SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS Y PÉRDIDA DEL CONFORT SONORO

HORARIOS DE TRABAJO BAJO NORMATIVA.

Durante el periodo de operación y mantenimiento enfocado a la extracción del material se establecerán horarios de trabajo fijos establecidos por las normas oficiales aplicables vigentes, con lo que se busca establecer un ritmo de trabajo a modo que exista un balance entre la extracción del material y la suspensión de partículas y el confort sonoro, además de que con los horarios de trabajo preestablecidos y permitidos se busca que los trabajadores no sean sometidos a periodos largos y continuos de trabajo que pudieran ocasionar accidentes en el aspecto laboral.

MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO.

El mantenimiento de la maquinaria será realizado previamente a toda la maquinaria que este dentro del AP, con el fin de mantener las buenas condiciones el equipo a emplear y evitar la generación innecesaria de partículas.

HUMEDECIMIENTO DE SUPERFICIES.

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 una empresa autorizada para tal fin de modo que el recurso que se utilice provenga de pozos autorizado o bien se implemente agua cruda.

Para el caso de la implementación de la presente medida se contempla sea realizado 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.

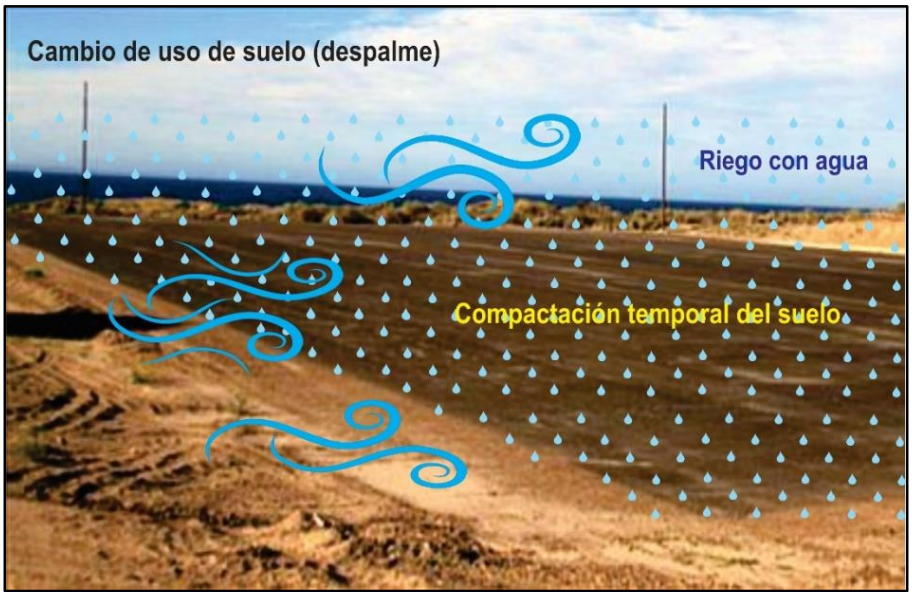


Imagen VI.3. Humedecimiento de las áreas

REVESTIMIENTO DE CAMIONES CON LONAS.

Durante el trasporte de materiales, los camiones utilizados deberán estar cubiertos de lonas cuyo objetivo será 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.

CAPTURA DE CARBONO (REFORESTACIÓN ADICIONAL).

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:

$$CBA = V * WD * BEF * CC$$

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 para bosque de encino a partir del muestreo realizado en el AP, se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro VI.9. Contenido de carbono en el AP.

Especie	Nombre común	Vol. Total m^3	Densidad básica (g/cm^3)	BEF	Contenido de carbono (ton)	Contenido de biomasa (ton)
Arbutus xalapensis	Madroño	6.623	0.75	1.300	3.229	6.458
Buddleja cordata	Tepozan	0.009	0.74	1.300	0.004	0.008
Juniperus deppeana	Táscate	5.036	0.46	1.300	1.506	3.012
Nolina longifolia	Borracho	2.416	0.66	1.300	1.037	2.073
Pinus rudis	Pino de las alturas	9.402	0.53	1.300	3.239	6.478
Quercus crassipes	Encino	22.043	0.77	1.300	10.961	21.922
Quercus dysophylla	Encino laurelillo	1.961	0.78	1.300	0.994	1.989

Especie	Nombre común	Vol. Total m^3	Densidad básica (g/cm^3)	BEF	Contenido de carbono (ton)	Contenido de biomasa (ton)
TOTAL					20.970	41.939

Por lo tanto, el contenido de carbono total que se dejará de captar en el AP es de **20.970 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 **41.939 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 **2.0093 hectáreas** con una densidad de plantación de 625 y 1,111 individuos/ha, es decir, aun espaciamiento de 4 por 4 y 3 por 3 metros, utilizando el método de tres bolillo. A continuación, se presentan las especies y el número de plantas a reforestar.

Cuadro VI.10. Número de individuos por especie a reforestar.

Especie	Nombre común	SUP. A REFORESTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Juniperus deppeana	Táscate	2.0093	25	314
Pinus rudis	Pino de las alturas		25	558
Quercus crassipes	Encino		25	314
Quercus dysophylla	Encino laurelillo		25	314
Total		**2.0093**	**100**	**1,500**

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 siguiente cuadro.

Cuadro VI.11. Contenido de carbono y contenido de biomasa aérea por especie en el número total de individuos a establecer en la superficie de 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	2.0093	314	0.006	0.393
Pinus rudis	Pino de las alturas		558	32.819	43.654
Quercus crassipes	Encino		314	0.012	0.761
Quercus dysophylla	Encino laurelillo		314	0.017	0.915
Total		**2.0093**	**1,500**	**32.854**	**45.723**

Para obtener una visualización de los resultados en cuanto a la captura de carbono y retención de biomasa dentro de la reforestación propuesta, se realiza una proyección a lo largo de **10 años,** para compensar la pérdida por el cambio de uso de suelo.

Por lo que se tiene:

Resultados del contenido de carbono 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 **20.970 ton**., sin en cambio con la realización de las obras de conservación se logra que a partir del **año 9** las especies plantadas logren un contenido de carbono de **32.854 ton,** con ello se compensará la perdida de carbono al realizar el desmonte, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro VI.12. Toneladas de carbono que se captaran en la superficie de reforestación**.**

AÑO	Contenido de carbono (ton)-AP	Contenido de carbono (ton)-Superficie de reforestación
1	20.970	0.000
2	20.970	0.006
3	20.970	0.061
4	20.970	0.317
5	20.970	1.136
6	20.970	3.225
7	20.970	7.795
8	20.970	16.741
9	**20.970**	**32.854**
10	20.970	60.052

Resultados del carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación.

Con el mismo procedimiento que con la captura de carbono, obtenemos que con la remoción de la vegetación forestal en las áreas del AP, tendremos que el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmosfera nuevamente es de **41.939 ton**, por lo que con la ejecución de las terrazas se consigue que para el **año 6** se compense la pérdida con un contenido de carbono en la biomasa aérea de **45.723 ton,** con ello se indemnizará los daños por el cambio de uso de suelo.

Cuadro VI.13 Toneladas de carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación**.**

AÑO	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton)-AP	Contenido de carbono en la biomasa aérea (ton)-Superficie de reforestación
1	41.939	0.271
2	41.939	1.970
3	41.939	6.288
4	41.939	14.326
5	41.939	27.133
6	**41.939**	**45.723**
7	41.939	71.082
8	41.939	104.172
9	41.939	145.936
10	41.939	197.304

En seguida se muestra una representación gráfica de la perdida de captura de carbono y emisión de carbono contenido en biomasa, comparado con los resultados por la realización de la reforestación.

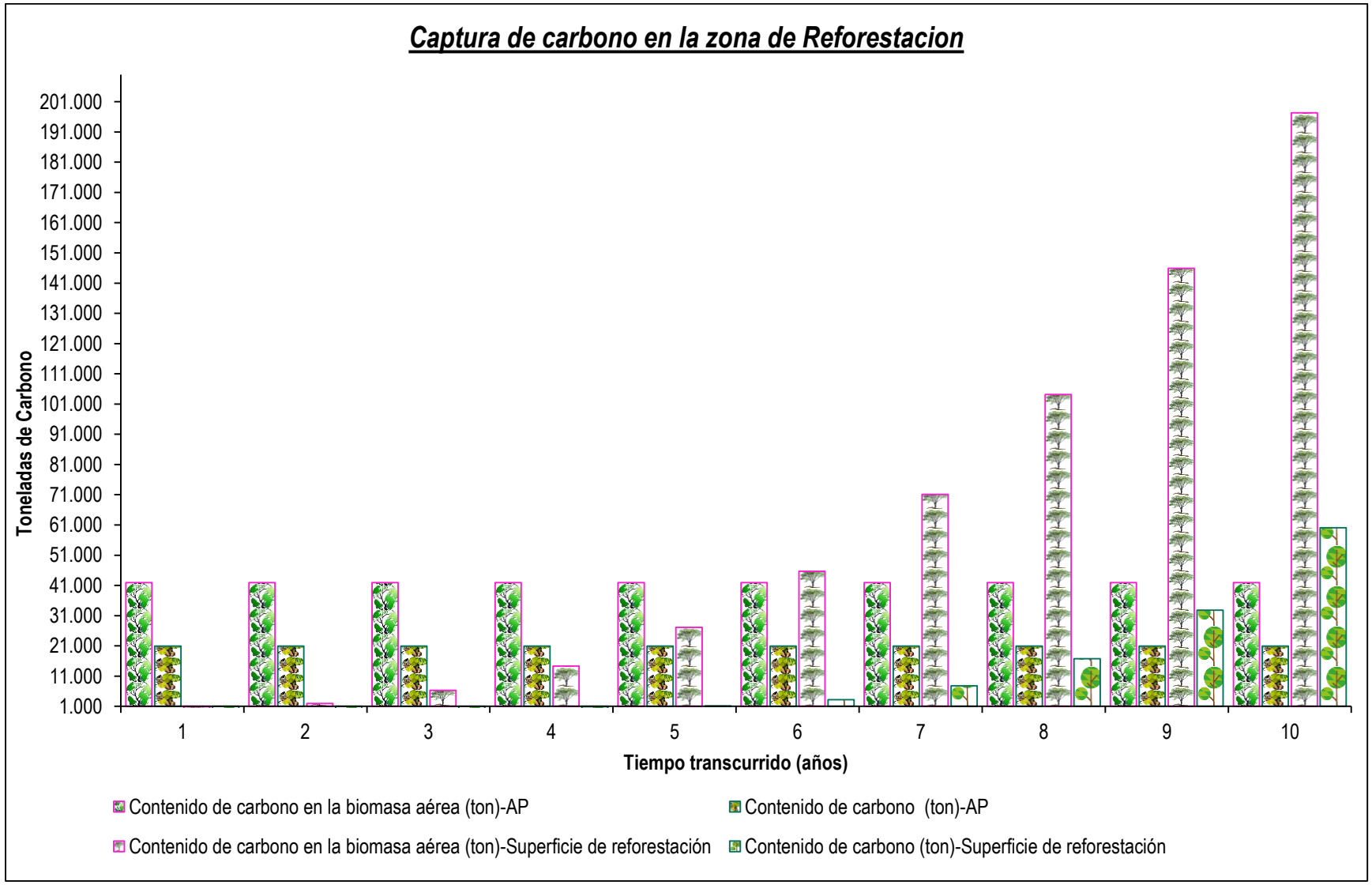


Figura VI.1. Grafica de la captura de carbono en la zona de reforestación.

VI.1.4.3 SUELO.

AUMENTO DE LA EROSIÓN Y PÉRDIDA DEL MATERIAL ORGÁNICO

EVITAR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA DEL SUELO DESNUDO.

A pesar de no haber una pérdida de suelo se considera que dentro de las actividades de preparación de sitio (cambio de uso de suelo) como es el desmonte no permite 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.4. Erosión eólica en el desmonte

Para impedir la erosión del suelo por escurrimiento se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme, comenzando inmediatamente las actividades del proyecto consiguientes como la nivelación del terreno evitando así lo más posible la exposición prolongada de la capa orgánica.

ESTABLECIMIENTO DE ZONA BÚFER.

Dentro del área solicitada se establecerá una zona búfer (zona de influencia) de 3 metros, establecida en la periferia hacia el centro del proyecto, misma que fungirá como un mecanismo de resguardo hacia la vegetación presente en los límites exteriores de la superficie delimitada. Esto permite la protección del suelo evitando su degradación y pérdida.

RESCATE DEL MATERIAL RESULTANTE DEL DESPALME.

El proyecto pretende el rescate y resguardo del material orgánico o fértil para posteriormente ser utilizado, lo que nos indica que **la perdida de suelo no será posible**.

Durante su ocupación en la reforestación adicional puede existir dos posibilidades: 1) que el material resultante no sea el suficiente o que no cumpla con las características indicadas, por ello de ser

necesario se buscará material de un banco; y 2) que exista el sobrante de material orgánico, de ser así este será utilizado en el área de rehabilitación del área aprovechada. Es importante recordar que algunas especies arbustivas y herbáceas anuales necesitan tan solo un poco de humedad para emerger y ocupar los espacios disponibles, y considerando las condiciones antes descritas de la superficie del proyecto se puede mencionar que el suelo estará anclado por las raíces de dichos individuos, así mismo el desmonte se realizará paulatinamente para evitar la dispersión de partículas de suelo y las materias primas se retirarán a través de medios mecánicos.

Para 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 (20,093.00 m^2) y la profundidad aproximada a la que se encuentra el suelo fértil (0.10 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:

$$\boldsymbol{V=}\ 20{,}093\ m^2 * 0.10\ m$$

$$\boldsymbol{V =}\ 2{,}009.3\ m^3$$

Recordemos que debido a las características del tipo de suelo (Be+Rd/2 Cambisol eútrico regosol) se tiene una textura franco arcillosa, y de acuerdo al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales[1] se obtuvo una densidad aparente de 1.2 gramos/mililitro. Por lo que al multiplicar los metros cúbicos obtenidos por la densidad nos da como resultado las toneladas a obtener.

$$2{,}009.3\ m^3 * 1.2\ gr/ml$$

$$\boldsymbol{V = 2{,}411.16\ Ton.}$$

Como ya se mencionó anteriormente, durante el levantamiento de información en campo se obtiene un promedio de profundidad del suelo desde los 8 cm. a los 10 cm., dependiendo del relieve de cada sitio, para obtener una cantidad promedio de material orgánico a remover se considera una profundidad de 10 cm; recordando que la superficie de cambio pertenece a 2.0093 ha., y considerando la densidad del suelo (franco arcilloso), nos da como resultado la obtención de 1,200 toneladas por hectárea dando así un total de **2,411.16 ton** en el AP.

Cuadro VI.14. Cantidad de material orgánico rescatado.

MEDIDA PROPUESTA					
Rescate de material orgánico					
Superficie de AP (ha)	**Erosión potencial AP (ton/ha/año)**	**Erosión potencial Total AP (ton)**	**Profundidad del suelo (cm)**	**Toneladas por hectárea a obtener**	**Azolve Total rescatado (ton)**
2.0093	66.05	132.71	10.00	1,200	2,411.16

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

A partir de los datos presentados se puede decir que obtendremos **2,411.16 toneladas** de material orgánico o fértil. Por lo que se concluye que con 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 en caso necesario el material resultante del despalme será depositado y resguardado dentro del mismo predio, esta superficie cuenta con 0.1510 ha. Así mismo, una superficie similar es propuesta para el depósito del material inerte. 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.

A continuación, se muestra una imagen de cómo se realizara el transporte y la ubicación de este material.



Imagen VI.5. Ejemplo del transporte de tierra fértil.

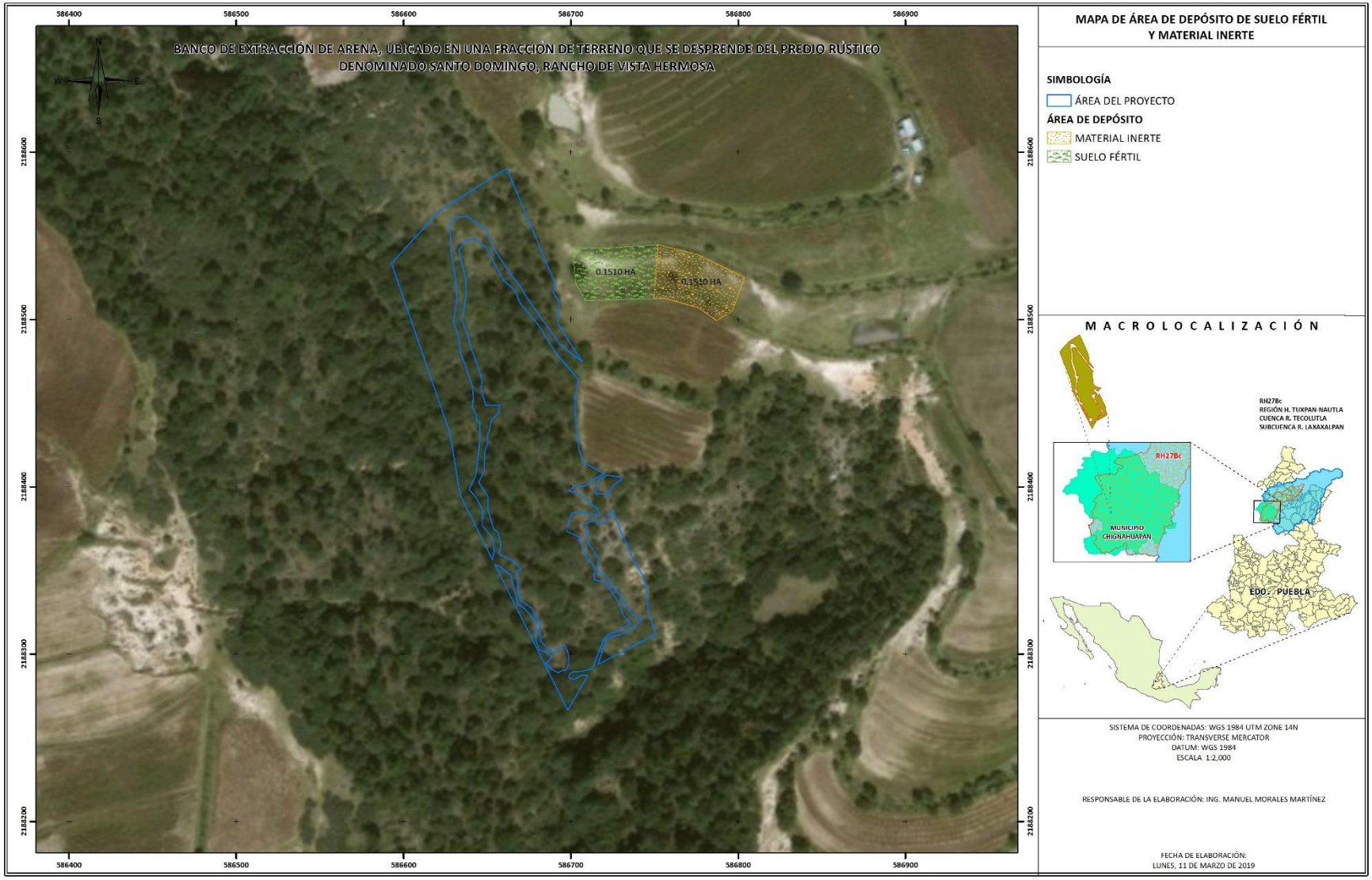


Figura VI.2. Áreas temporales de depósito del material fértil e inerte.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (TERRAZAS INDIVIDUALES).

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.15. Datos de erosión en el área de cambio de uso de suelo.

TIPO DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL POR AÑO (2.0093 HA) TON/AÑO	EROSIÓN SIN VEGETACIÓN (2.0093 HA) TON/AÑO
Hídrica	16.78	67.13
Eólica	5.23	20.93

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se puede decir que la erosión potencialmente estimada es de 66.05 ton/ha/año, resultado de la diferencia de la erosión hídrica y eólica sin vegetación menos la erosión actual, derivando una pérdida de 132.71 toneladas por año en el área sujeta a evaluación.

Cuadro VI.16. Erosión del área de las áreas sujetas a evaluación.

Suelo	Superficie de AP (ha)	Erosion Actual (ton/ha/año)	Erosion con proyecto (ton/ha/año)	Erosión potencial AP (ton/ha/año)	Erosión potencial TOTAL (ton)
Erosión	2.0093	22.010	88.060	66.05	132.71

Obras de conservación de suelos:

Como medida de mitigación se contempla un Programa de Conservación de Suelos y Reforestación, el cual contempla obras como lo son las terrazas individuales, ya que ayudan a la retención de azolve, aumento de infiltración y favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.

De acuerdo al tipo de suelo, su textura y al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales se obtuvo la cantidad de retención de azolve por terraza el cual tiene una capacidad de azolve de 0.094 toneladas por pieza[ii].

De acuerdo a los datos presentados anteriormente, la erosión total potencialmente provocada en el AP es de 132.71 toneladas, sin embargo, con la implementación de las terrazas individuales propuestas se compensa dicha pérdida si lo hubiera. Se propone la realización de un total de **2, 296 terrazas** correspondientes a los individuos a reubicar (796) y a los individuos a reforestar adicionalmente (1,500).

A partir de los datos presentados se realizan los cálculos necesarios para obtener la retención del suelo y se concluye que el número de obras propuestas en superficies similares al cambio de 2.0093 ha., y en un lapso de un año es suficiente para compensar la erosión potencialmente provocada.

Cuadro VI.17. Valores obtenidos con la realización de las obras.

MEDIDA PROPUESTA					
Terraza individual					
Superficie de Reforestación (ha)	Erosión potencial AP (ton/ha/año)	Erosión potencial total_AP (ton)	No. de obras propuestas	Erosión retenida por terraza	Azolve retenido (ton/año)
2.0093	66.05	132.71	2,296	0.094	215.82
Total					215.82

Con la realización de estas obras se busca compensar a la erosión que potencialmente se podría causar por el cambio de uso de suelo, cuya cifra corresponde a las 132.71 toneladas, en un año la erosión retenida por las terrazas será de **215.82 ton.**

Con lo propuesto se demuestra que con esta cantidad de obras se retiene una cantidad mayor de suelo que se pudiera perder con el cambio de uso de suelo. Como dato extra, en la rehabilitación del área aprovechada también se tienen contempladas la realización de 1, 450 terrazas.

- **REHABILITACIÓN DEL ÁREA APROVECHADA.**

Recordando el tipo de proyecto que se pretende realizar el cual corresponde al cambio de uso de suelo para la extracción de arena, se puede decir que la estructura del relieve original no será recuperada, no obstante, se pretende llevar a cabo la rehabilitación de la misma superficie una vez terminado el aprovechamiento.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Aunque este impacto no es considerado dentro del análisis del capítulo V, puesto que no es un efecto que vaya a tener relevancia o permanencia dentro de proyecto, no obstante se proponen medidas preventivas, como su nombre lo dice prevenir afectaciones al ambiente a corto, mediano y largo plazo.

- **COLOCACIÓN DE CONTENEDORES PARA RESIDUOS SÓLIDOS.**

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.) mismas que si no se atiende 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 será depositado en dichos recipientes, estos residuos generados serán puestos a disposición del servicio recolector de basura perteneciente a la comunidad más cercana. Dicha actividad se llevará a cabo 2 veces por semana o cuando este lo requiera.

VI.1.4.4 FLORA.

PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL

- **RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA.**

De acuerdo a la información recabada, se removerá la vegetación forestal existente en una superficie de **2.0093 hectáreas**, área solicitada para cambio de uso de suelo.

Para la flora que será el factor más afectado, se removerán 9,420 individuos del estrato arbóreo, 1,045 individuos del estrato arbustivo, 140, 651 individuos del estrato herbáceo y 2, 692 individuos del estrato epífitas y/o cactáceas, 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 igual o mayor a 9 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 8 indica que no existe riesgo en comprometer la especie.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **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).

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 epifitas (3): Las epifitas 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 a procesos largos de temperatura después de haber sido extraídas del lugar donde han permanecido toda su vida.

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.

No adaptable (0): Especies que no son capaces de sobrevivir después de haber sido retiradas de su lugar de origen.

- **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.

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.18. Criterios para la determinación de las especies a reubicar

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar			
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Valor**
Formas de vida	Planta perenne, alta con tallo lignificado, con ramificación arriba de la base, arriba de 3 m. de altura.	Árbol	0
	Planta perenne, con tallo lignificado, el cual se ramifica a partir desde la base, generalmente de 3 m. de altura.	Arbusto	1

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar			
Criterios	**Descripción**	**Clasificación**	**Valor**
	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 parasitaria.	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3
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	1	8
	Especies no susceptibles a reubicar	1	8
	Especies susceptibles a reubicar	9	11

Resultados obtenidos.

Cuadro VI.19. Determinación de las especies a rescatar y reubicar

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar																			
Criterios	**Clasificación**	**Valor**	**Calificación**																
			Arbutus xalapensis	*Buddleja cordata*	*Juniperus deppeana*	*Nolina longifolia*	*Pinus rudis*	*Quercus crassipes*	*Quercus dysophylla*	*Baccharis conferta*	***Agave salmiana***	*Asplenium monanthes*	*Eragrostis intermedia*	*Helianthemum glomeratum*	***Mammillaria discolor***	*Muhlenbergia macroura*	***Opuntia robusta***	*Panicum hallii*	***Tillandsia macdougallii***	***Tillandsia recurvata***
Formas de vida	Árbol	0	0	0	0	0	0	0	0											
	Arbusto	1								1										
	Hierbas	2										2	2	2		2		2		
	Plantas cactácea, suculentas y epifitas	3									3				3		3		3	3
Adaptabilidad	Adaptable	4			4		4	4	4		4				4		4		4	4
	Medianamente adaptable	2	2	2		2				2		2	2	2		2		2		
	No adáptale	0																		
Distribución	Endémica	4						4			4				4	4	4		4	
	Nativa	3	3	3	3	3	3		3	3		3	3	3						3
	Exótica	2																		
	Invasora	1																		
	Sin información	0																0		

Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar																		
Criterios	**Clasificación**	**Valor**	**Calificación**															
			Arbutus xalapensis	*Buddleja cordata*	*Juniperus deppeana*	*Nolina longifolia*	*Pinus rudis*	*Quercus crassipes*	*Quercus dysophylla*	*Baccharis conferta*	***Agave salmiana***	*Asplenium monanthes*	*Eragrostis intermedia*	*Helianthemum glomeratum*	***Mammillaria discolor***	*Muhlenbergia macroura*	***Opuntia robusta***	*Panicum hallii*	***Tillandsia macdougallii***	***Tillandsia recurvata***
Total			**5**	**5**	**7**	**5**	**7**	**8**	**7**	**6**	**11**	**7**	**7**	**7**	**11**	**8**	**11**	**4**	**11**	**10**

Los resultados sobre la determinación las especies a reubicar y rescatar, indican que son 5 especies propensas a esto las cuales son: *Agave salmiana, Mammillaria discolor, Opuntia robusta, Tillandsia macdougallii y Tillandsia recurvata* ya que obtuvieron valores mayores a 10 puntos, cumpliendo con 3 de los criterios calificados para las especies a rescatar y reubicar.



Imagen VI.6. 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, los criterios manejados 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-159-SEMARNAT-2010

Con estatus (100%): 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 (-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 10,000.

Abundante (Si cumple con este punto resta 20%): En este nivel el número de individuos es mayor a 2,000 pero menor a 10,000 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 2000.

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.

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 su tamaño son fácil de extraer ya que presentan una raíz capaz de rascarse y obtenerse en buenas condiciones**.**

Difícil extracción (Si cumple con este punto resta 20%): Son aquellas especies que por su tamaño se dificulta obtener un individuo completo sin lastimarlo.

Cuadro VI.20. 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 10,000 individuos
		Abundante	-20%	> a 2,000 y < de 10,000 individuos
		Poca abundancia	-10%	> a 200 y < a 2000
		Escasa	Rescate y reubicación en un 100%	S/O
Distribución de las especies	Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones.	Endémica	(+)5%	S/O
		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
Total de individuos			-	
Porcentaje de rescate			%	
Total de individuos a rescatar			**-**	

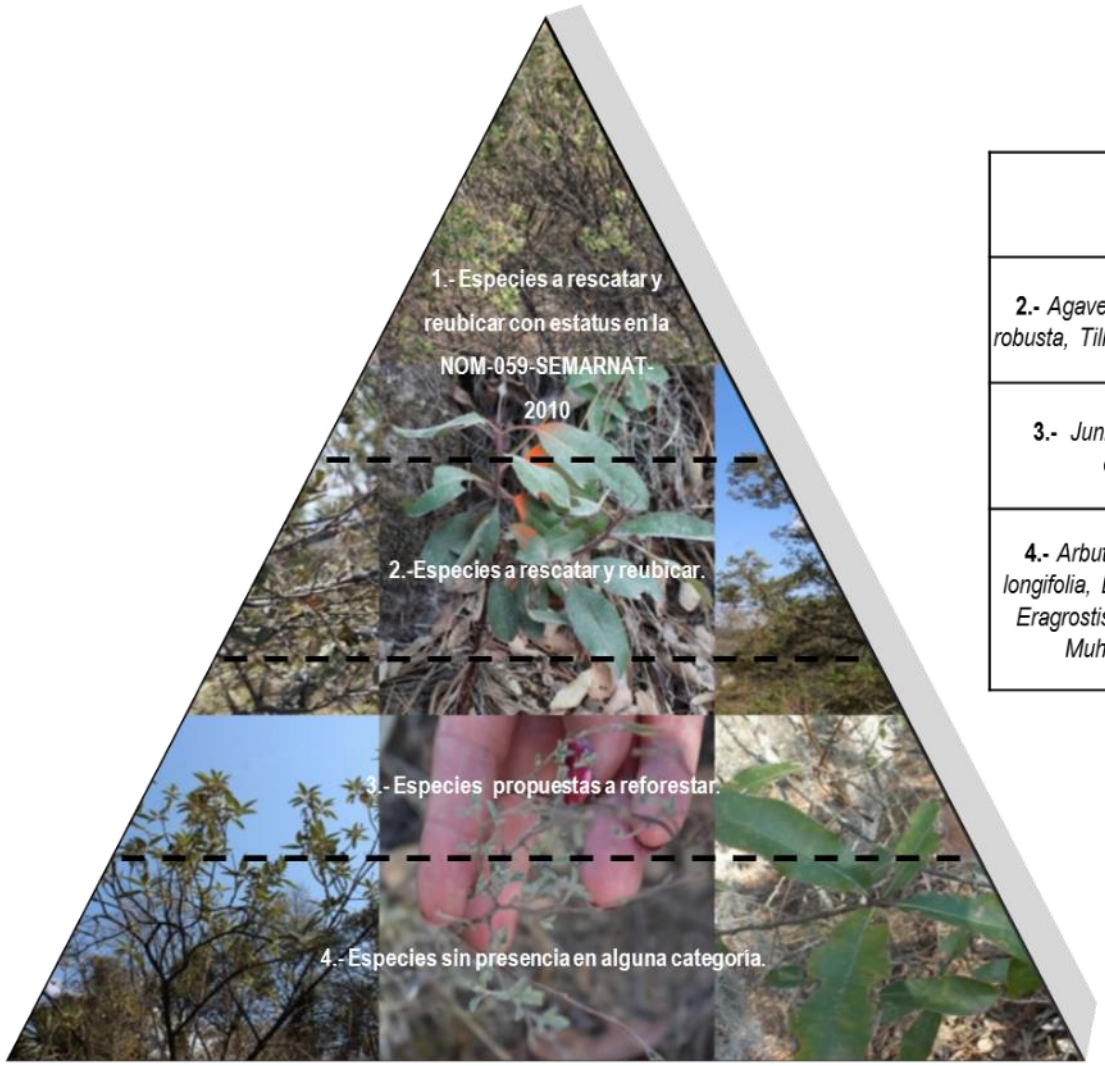
Resultados obtenidos.

Cuadro VI.21. Criterios utilizados 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**				
		Agave salmiana	*Mammillaria discolor*	*Opuntia robusta*	*Tillandsia macdougallii*	*Tillandsia recurvata*
Presente en la NOM-059-SEMARNAT	En estatus					
	Sin estatus	90	90	90	90	90
Presencia	Muy abundante					
	Abundante					
	Poca abundancia			80	80	80
	Sin criterios para evaluar	**100**	**100**			
Distribución	Endémica			85	85	
	Nativa					85
	Exótica					
	Invasora					
	Sin información					
Uso y valor cultural	Ornamental				75	75
	Comercial			75		
	Alimento					
	Medicinal					
	Sin uso aparente					
Extracción	Fácil					
	Difícil			**65**	**65**	**65**
Total de individuos		161	8	964	755	804
Porcentaje de rescate		100%	100%	65%	65%	65%
Total de individuos a rescatar		**161**	**8**	**627**	**491**	**522**

Los resultados sobre la determinación del número de especies a rescatar y reubicar indican que se rescatará un total de **1,809 individuos**. A continuación, se presenta el triángulo de especies para la vegetación de bosque de encino, correspondiente al área del proyecto (AP).

TRIÁNGULO DE ESPECIES PRESENTES PARA LA VEGETACIÓN DE BOSQUE DE ENCINO EN EL AP.



1.- No hay
2.- *Agave salmiana, Mammillaria discolor, Opuntia robusta, Tillandsia macdougallii* y *Tillandsia recurvata* .
3.- *Juniperus deppeana, Pinus rudis, Quercus crassipes* y *Quercus dysophylla.*
4.- *Arbutus xalapensis, Buddleja cordata, Nolina longifolia, Baccharis conferta, Asplenium monanthes, Eragrostis intermedia, Helianthemum glomeratum, Muhlenbergia macroura* y *Panicum hallii*

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 la periferia inferior izquierda de la superficie propuesta para cambio de uso de suelo. Esta franja cuenta con las condiciones originales de la vegetación a afectar por lo que es la indicada. A continuación, se presenta el plano con la ubicación del área propuesta, al igual que unas imágenes de la condición que presentan dichas áreas:



Imagen VI.7. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación (1)



Imagen VI.8. Condiciones que presentan las áreas propuestas de reubicación (2)

*En el caso de las especies para el género **Agave** se realizará la separación de ejemplares más pequeños en caso de no poder extraer todo el ejemplar, para **Opuntia**, se realizara por medio de esquejes en caso de no poder extraer el ejemplar completo por dimensiones muy grandes y para **Tillandsia** se extraerá el ejemplar completo, debido a su mayor importancia en el medio ambiente, cuidando de realizarlo con cepellón, de no ser así, se extraerá con la mayor cantidad de raíz posible, y de inmediato llevarla al lugar donde se reubicará, para evitar el estrés, buscando lugares con condiciones semejantes a las de la extracción.*

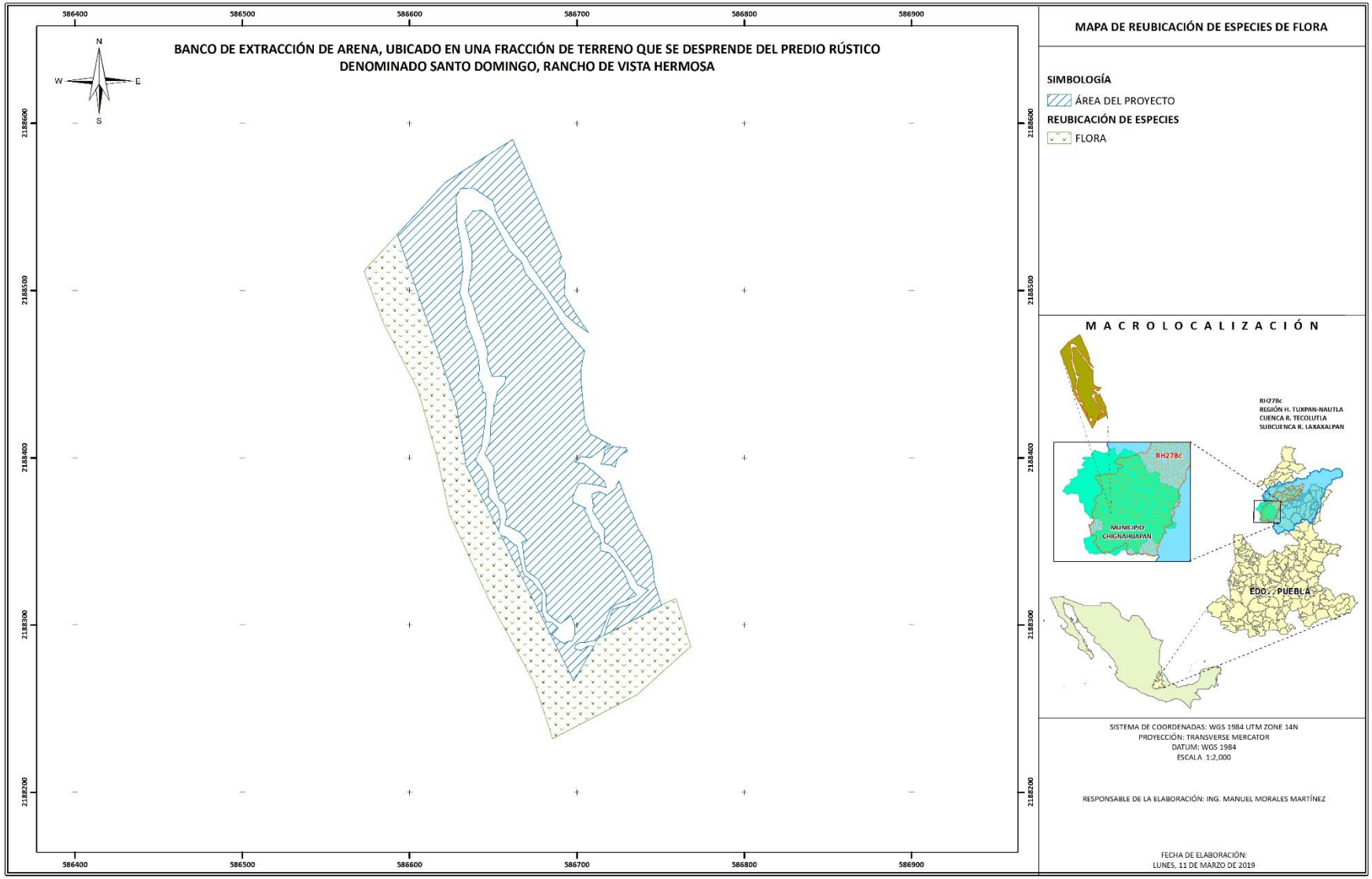


Figura VI.4. Plano del área de reubicación de flora silvestre.

La metodología para la reubicación de las especies, así como la descripción de las especies que serán rescatadas y reubicadas y la calendarización de cómo se hará el rescate, se explica más a detalle en el anexo del programa de rescate y reubicación de flora silvestre (ANEXO 9. PROG. 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).

Sin en cambio, específicamente para el presente estudio se establecen estrategias para conservar la vegetación aún existente en el área de proyecto, aplicando técnicas para favorecer el rescate y reubicación de las familias Agavaceae, Cactaceae y Bromeliaceae, y reubicarlas dentro de las áreas colindantes del cambio (**0.9339 ha.**).

A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante la toma de información.

Cuadro VI.22. Especies propuestas para el rescate y reubicación sin categoría.

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR							
ID	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**N**	**% Rescate**	**Total**
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	161	100%	161
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8	100%	8
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964	65%	627
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755	65%	491
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804	65%	523
5	**TOTAL**				**2,692**	**-**	**1,809**

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.

A continuación, se presentan dos planos en los que se expone lo siguiente: el primero, manifiesta las condiciones que tienen las áreas del proyecto y el segundo, expone las condiciones del área propuesta de reubicación; con estos planos se demuestra que existen fragmentos de vegetación arbórea o bien donde se encuentren ejemplares de la misma familia botánica y las condiciones originales de la vegetación a afectar.

De acuerdo a las características antes descritas, estas áreas tienen la capacidad para alberga la flora que existe más los individuos a reubicar.

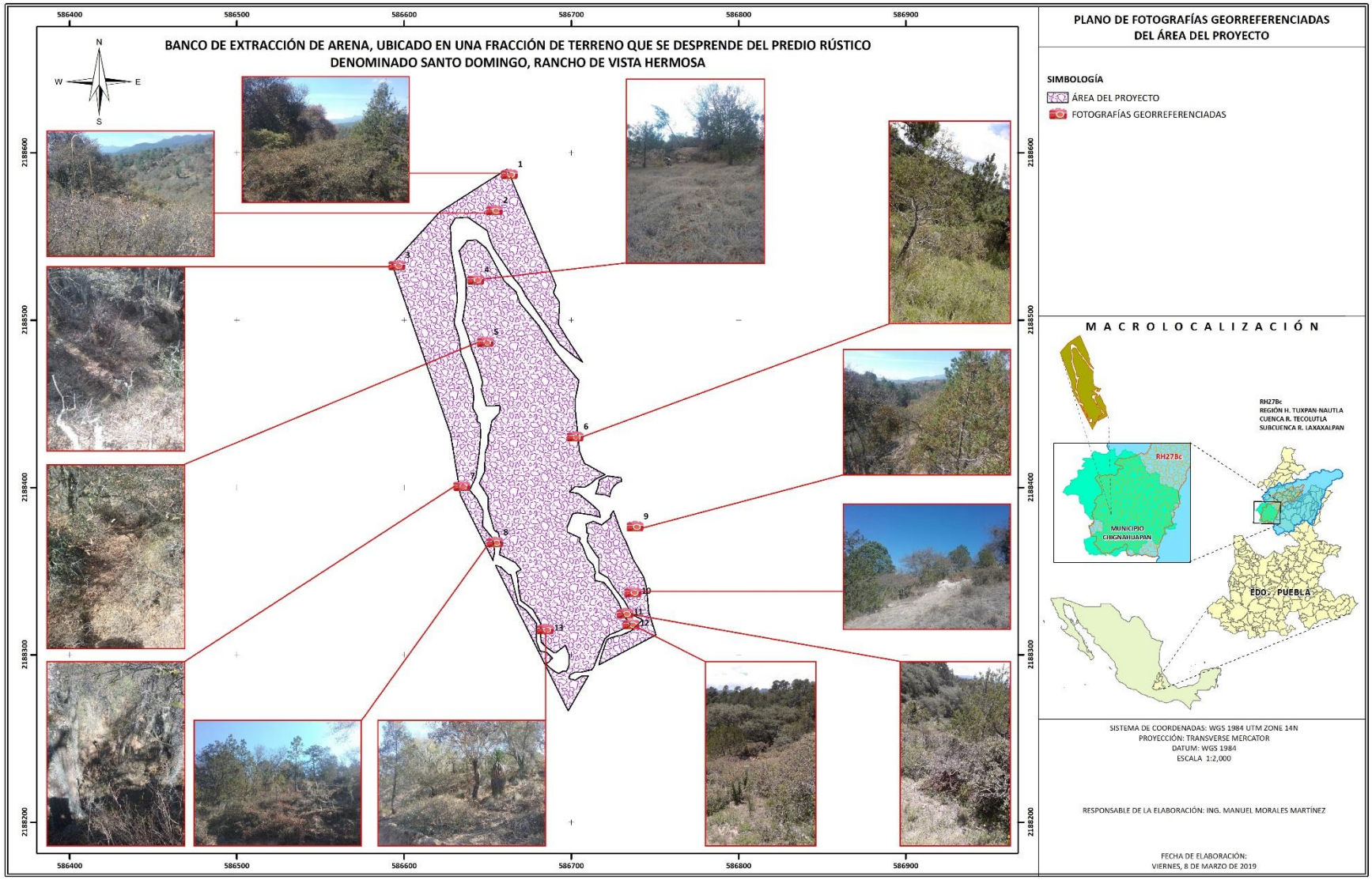


Figura VI.5. Fotos georreferenciadas de las condiciones que presentan las áreas del proyecto.

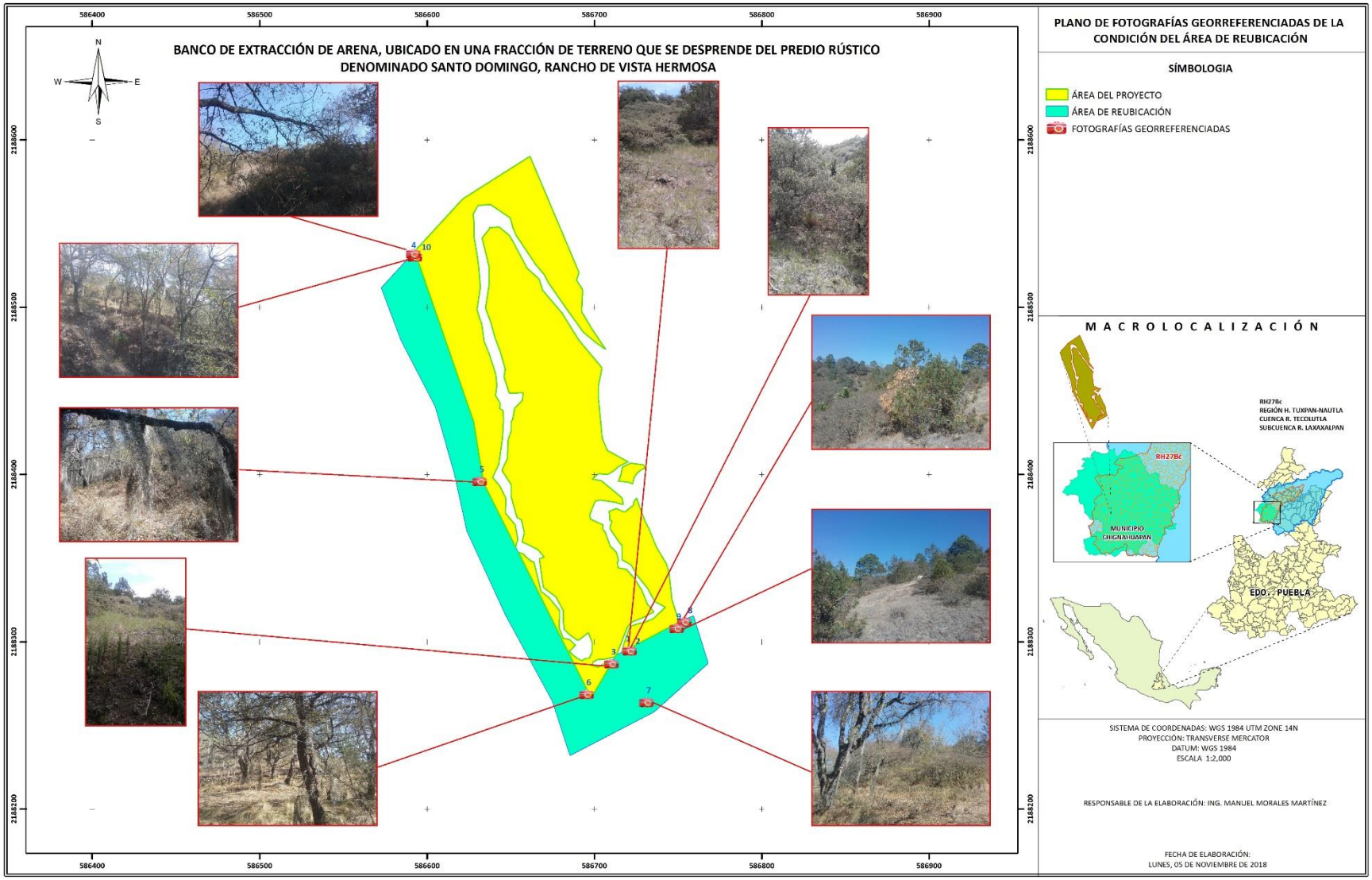


Figura VI.6. Fotos georreferenciadas de las condiciones que presentan las áreas propuestas para reubicación.

Capacidad de carga (K)

Desde la antigüedad, el concepto de capacidad de carga ha sido utilizado en diferentes ramas de la ciencia con el fin de determinar atributos de objetos, cualidades de los seres vivos, límites intrínsecos del crecimiento o número de seres humanos que un territorio puede albergar. A continuación, se presentan algunas definiciones de acuerdo a diferentes autores:

- Los ecologistas definen "***capacidad de carga***" como la población de una determinada especie que en un hábitat definido puede soportar indefinidamente, sin dañar permanentemente el ecosistema del que son dependientes.[iii]
- Otro concepto de acuerdo al glosario de agricultura de la FAO[iv] define a la "capacidad de carga del ecosistema" como una población máxima de una especie que puede sustentar un ecosistema determinado de forma indefinida sin deterioro de la naturaleza y la calidad de los recursos. La capacidad de carga es el nivel de uso, en un nivel de ordenación determinado, en el que un recurso natural o inducido por el hombre puede sustentarse por sí mismo durante un período prolongado.

Una de las bases del concepto es la ecuación logística de crecimiento, donde la constante K representa el límite y se define como la capacidad de carga del sistema[v]. Las poblaciones tienen patrones característicos de incremento que se incluyen en el concepto de formas de crecimiento poblacional. Para efectos de comparación, se ha escogido uno de los dos patrones básicos: la curva de crecimiento con forma de S.

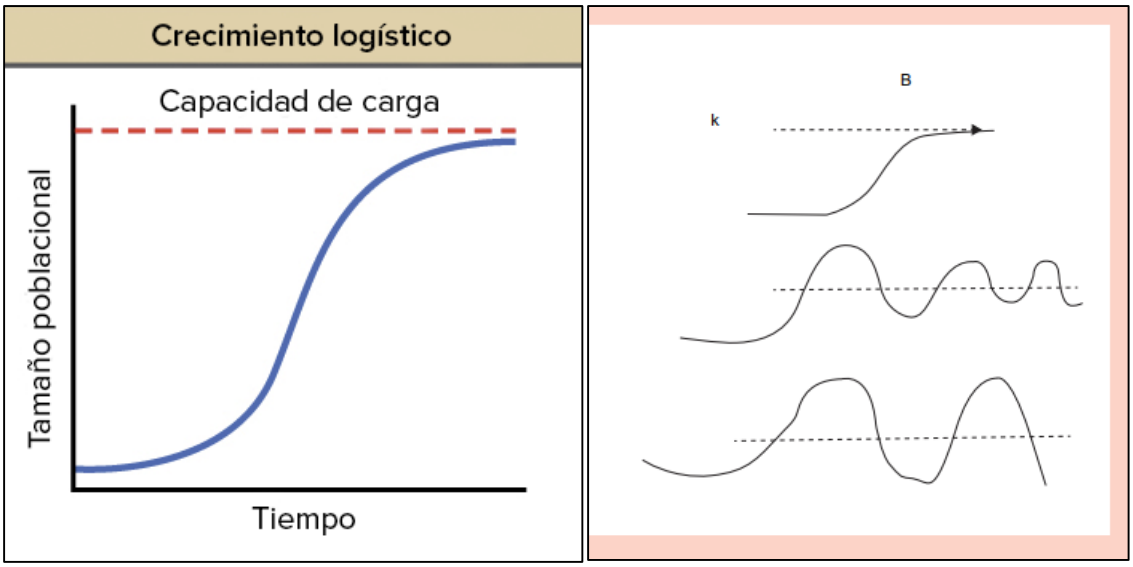


Figura VI.7. Curva en forma de sigmoide (S).

En la curva en forma de sigmoide (S), la población crece despacio al principio (fase de aceleración positiva); luego, el crecimiento se acelera (fase logarítmica) y más tarde pierde velocidad gradualmente al aumentar el coeficiente de resistencia del ambiente (fase de aceleración negativa) hasta alcanzar el nivel de equilibrio. Esta forma puede ser representada por el modelo logístico de crecimiento poblacional:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \Upsilon N(\frac{\kappa N}{\kappa})$$

Donde:

N= Tamaño de la población (cambia con el tiempo).

r= Tasa de crecimiento (nacimientos y muertes)

t= Cambio en el tiempo.

k= Capacidad de carga

La fórmula anterior explica el comportamiento en el que la población alcanza su crecimiento máximo–la constante K, representado en la asíntota superior de la curva sigmoide. Esta constante es la que se conoce como la capacidad de carga de la población. La capacidad de carga de hábitats o ecosistemas particulares como sabanas, bosques o especies animales, así como la cantidad de turistas en las reservas naturales, se determina mediante la fórmula anterior[vi].

Con la explicación de los párrafos anteriores, se hizo una proyección a 20 años para tener +- una idea de cuál sería la capacidad de carga (**K**) de ese ecosistema. Para determinar el tamaño de la población se optó por tomar los sitios del área del proyecto como de referencia y extrapolar por la superficie del área de reubicar (0.9339 ha.) para obtener cuántos individuos alberga ese ecosistema aproximadamente.

Cuadro VI.23. Datos utilizados para calcular la capacidad de carga.

Tiempo (t)	N_o	Muertos (M)	Sobrevivencia (S)	Agregados (A)	N_t= S+A	K
1	71,488	1,500	69,988	1,000	70,988	76,039
2	70,988	1,000	69,988	2,000	71,988	76,039
3	71,988	500	71,488	1,500	72,988	76,039
4	72,988	700	72,288	1,000	73,288	76,039
5	73,288	250	73,038	800	73,838	76,039
6	73,838	150	73,688	750	74,438	76,039
7	74,438	1,300	73,138	1,500	74,638	76,039
8	74,638	700	73,938	750	74,688	76,039
9	74,688	900	73,788	900	74,688	76,039
10	74,688	250	74,438	800	75,238	76,039
11	75,238	700	74,538	1,150	75,688	76,039
12	75,688	800	74,888	950	75,838	76,039
13	75,838	500	75,338	500	75,838	76,039
14	75,838	450	75,388	500	75,888	76,039
15	75,888	600	75,288	800	76,088	76,039
16	76,088	800	75,288	805	76,093	76,039
17	76,093	500	75,593	505	76,098	76,039
18	76,098	200	75,898	220	76,118	76,039
19	76,118	600	75,518	450	75,968	76,039
20	75,968	550	75,418	500	75,918	76,039

En el cuadro anterior se presentan los 20 años a los que se hizo la proyección, de ahí se partió para realizar los cálculos obtenidos a partir de N_o que es el número de individuos de la población inicial. Las columnas Muertos (**M**) y Agregados (**A**) son datos que se obtuvieron aleatoriamente debido a que solo se

hace una estimación, ya que para obtener datos exactos en cuanto a natalidad y mortalidad se tendría que recurrir a trabajos donde se dedicara un mayor esfuerzo.

Para reforzar e interpretar el cuadro mostrado anteriormente, se presenta la siguiente figura:

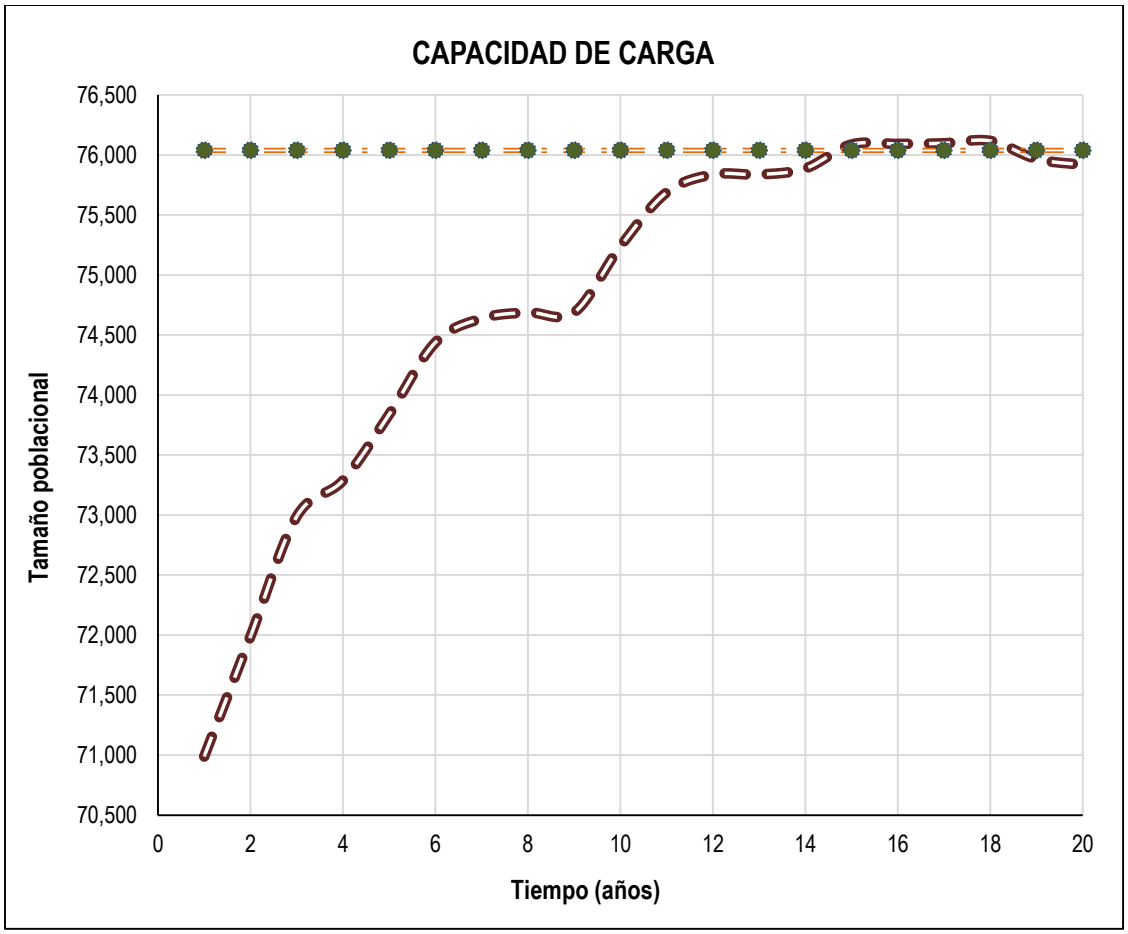


Figura VI.8. Capacidad de carga (K) en el área de reubicación[2].

A manera de conclusión el tamaño de la población original (árboles, arbustos, hierbas y epífitas y/o cactáceas) que corresponde al número de individuos de la superficie a reubicar (71,488 IND/TOT) más el número de individuos a rescatar y reubicar (1,809 IND/TOT) da un total de 73,297 IND/TOT estos son los individuos que tendría que albergar el ecosistema; sin embargo, con los cálculos realizados anteriormente nos da una capacidad de carga de 76,039 IND/TOT. *Con esto podemos interpretar que el ecosistema tendría la capacidad de carga para albergar la flora existente más los individuos a reubicar.*

Nota: se anexa en formato de Excel, la base de datos de los individuos de la superficie a reubicar (referencia) para cada uno de los estratos (ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo VI (ANEXO VI.A. BASE_REUBICAR) y los cálculos de la capacidad de carga (ANEXO 15. MEMORIAS DE CÁLCULO (DIGITAL)) por capítulo VI (ANEXO VI.B. CAPAC_CARGA_AP).

[2] La línea de color naranja representa la capacidad de carga (**K**) que tiene este ecosistema para albergar el número de individuos posibles, la línea de color azul simboliza el número de individuos de la población final.

REFORESTACIÓN ADICIONAL.

Se pretende realizar una compensación de 2.0093 ha., correspondiente al cambio, dicha acción 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 de reforestación está en función a la valoración del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de los organismos presentes en el área del proyecto, considerando un espaciamiento promedio de 3 x 3 m y 4 x 4 m, es decir a una densidad promedio de 1,111 y 625 plantas/ha. Las especies como el número de individuos propuestos para llevar a cabo la reforestación, se presenta a continuación.

Cuadro VI.24. Especies propuestas para reforestar

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 30%
Juniperus deppeana	Táscate	2.0093	25	314	94
Pinus rudis	Pino de las alturas		25	558	167
Quercus crassipes	Encino		25	314	94
Quercus dysophylla	Encino laurelillo		25	314	94
TOTAL		**2.0093**	**100**	**1,500**	**449**

Por lo tanto, el total de plantas a comprar, considerando una reposición del 30% será de 1,949 individuos.

Ubicación:

El área de reforestación propuesta, se encuentra dentro del mismo predio a escasos metros del cambio. La metodología para la llevar a cabo la reforestación, así como las obras de conservación y la calendarización, se explica más a detalle en el anexo del programa de conservación de suelos y reforestación (ANEXO 11. PROG. REFORESTACIÓN).

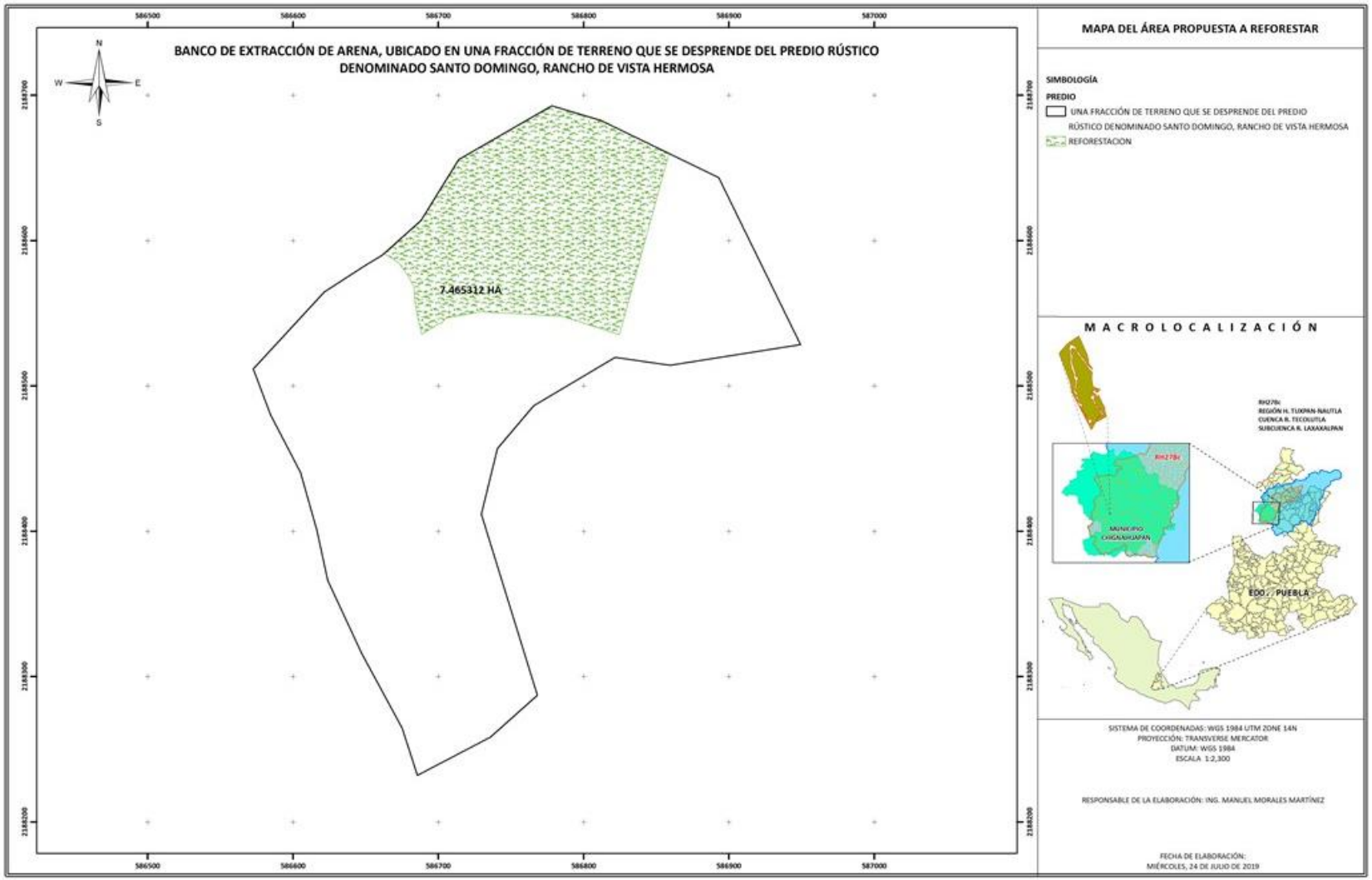


Figura VI.9. Ubicación del área propuesta para reforestación.

REHABILITACIÓN DEL ÁREA APROVECHADA.

Después de realizar el cambio de uso de suelo (por el cual se está tramitando para su evaluación de la autorización ante esta dependencia federal SEMARNAT) para la extracción de arena (esta actividad será evaluada para su trámite de autorización por gobierno del estado, debido a que no es de competencia federal), al término del aprovechamiento de arena, se pretende llevar a cabo la rehabilitación del área, esto será posible con la implementación de un programa de rehabilitación que considere la mezcla original de flora y de acuerdo con el tipo de vegetación existente. El porcentaje de reforestación está en función a la valoración del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de los organismos presentes en el área del proyecto, considerando un espaciamiento promedio de 3 x 3 m y 4 x 4 m, es decir a una densidad promedio de 1,111 y 625 plantas/ha.

Cuadro VI.25. Especies propuestas para rehabilitar el CUS

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SUP. A REFORESTAR	% POR ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	REPOSICIÓN 30%
Juniperus deppeana	Táscate	2.0093	20	251	75
Pinus rudis	Pino de las alturas		20	446	134
Quercus crassipes	Encino		20	251	75
Quercus dysophylla	Encino laurelillo		40	502	151
TOTAL		**2.0093**	**100**	**1,450**	**435**

Por lo tanto, el total de plantas a comprar, considerando una reposición del 30% será de 1,885 individuos, generando.

La metodología para la llevar a cabo la rehabilitación del AP, así como las obras de conservación y la calendarización, se explica más a detalle en el anexo del programa de rehabilitación del área aprovechada (ANEXO 12. PROG. REHABILITACIÓN).

VI.1.4.5 FAUNA.

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE.

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 9 individuos.
- Aves – 10 especies con 24 individuos.
- Mamíferos – 2 especies con 2 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 capturaran los organismos que no puedan migrar por el ahuyentamiento o que tengan lento desplazamiento. El tercer paso, muy ligado al tercero, 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.**

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 (ANEXO 10. PROG. FAUNA).

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.

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). En este caso, las técnicas de ahuyentamiento, que se utilizarán para las aves serán las siluetas y el papel metalizado, ambas, corresponden a estímulos visuales. Para los mamíferos, se utilizarán el humo y la reproducción de sonidos, correspondientes a estímulos visual-olfativo y auditivo, respectivamente. Para los reptiles se utilizarán la reproducción de sonidos como estímulo auditivo.

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 (ANEXO10. PROG. FAUNA).

VI.1.4.6 PAISAJE.

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

- **LIMPIEZA Y RETIRO DE LA MAQUINARIA.**

Una vez concluidas cada una de las actividades de cambio de uso de suelo por intervención dentro de la vida útil del proyecto, se contempla el retiro de la maquinaria implementada dentro del área del proyecto, de modo que esto permita la realización de la limpieza del sitio en donde se prevé la remoción de todo material no perteneciente de manera natural al sitio, dando pauta al comienzo de la rehabilitación del área aprovechada a través de su programa, esta actividad se llevara a cabo con el objetivo de reestablecer y mejorar la calidad paisajístico que existía en el área del proyecto antes de su implementación.

- **MANTENIMIENTO DE LA REFORESTACIÓN.**

Al término de la reforestación se contempla un mantenimiento con la duración de cinco años, tanto para la reforestación adicional y obras de conservación de suelos, así como para la rehabilitación del área aprovechada y sus obras de conservación de suelos.

- **REHABILITACIÓN DEL ÁREA APROVECHADA.**

La calidad paisajística comprende la rehabilitación del área aprovechada por medio de una reforestación con especies nativas del lugar. Así mismo, el proyecto establece su aprovechamiento de manera más amigable con el medio ambiente considerando el rescate de vegetación nativa, el resguardo del material fértil y una reforestación adicional. Como fue mencionado, a un término de las actividades de aprovechamiento del material (arena) se pretende la rehabilitación, por lo que es una excelente medida para recuperar el paisaje a mediano plazo.

Las medidas a proponer aseguran la mitigación y compensación de dichos impactos, la verificación se va a dar a través del cumplimiento del plan de vigilancia ambiental a establecer en el siguiente apartado.

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, quedara a responsabilidad de la empresa promovente, quien las ejecutara en conjunto con personal propio o mediante asistencia técnica. Por su parte, la empresa interesada de la obra, nombrara a un Responsable Técnico, cuyo cargo será la responsabilidad de ejecutar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación previamente expuestas en el 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 supervisión y seguimiento de estas, 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.26. Programa de vigilancia ambiental.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	M7	Delimitación del áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Prevención	Previo al inicio de actividades se realizará la delimitación de las áreas en donde se llevaran 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 (por intervención)	Equipo para realizar la limitación (Cinta de precaución)	Registro por medio de evidencia fotográfica.	En el perímetro del área del proyecto 1, 952.92 m
			M9	Colocación de sanitarios portátiles	Prevención	Para impedir la contaminación del agua y suelo se propone la colocación de un baño portátil y se le dará mantenimiento periódicamente durante todo el proceso del proyecto.	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 (por intervención)	1 sanitario portátil	Bitácoras de la renta, registro de mantenimiento y memorias fotográficas	Se instalará 1 baño
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación y Compensación	Como medida compensatoria se plantea la ejecución de un programa de reforestación y conservación de suelos, el cual contempla la ejecución de terrazas individuales para los ejemplares a plantar y el rescate de individuos de flora, de los cuales solo para los géneros (*Agave*, *Mammillaria* y *Opuntia*). 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 la vida útil del proyecto y años posteriores	Equipo para realizar las terrazas (pala, pico, entre otros)	Bitácora de jornaleros, registro de las obras realizadas y memoria fotográfica	1,500 terrazas individuales en una superficie de 2.0093 ha y 796 terrazas individuales en una superficie de 0.9339 ha. Dando un total de 2, 296 obras.
	Aire	Suspensión de partículas	M13	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención	Se establecerán horarios de trabajo estables permitidos por la normatividad vigente, de modo que esto permita establecer horarios fijos y de esta manera evitar largas jornadas laborales que generen e incrementen la generación de partículas suspendidas.	Establecer horarios justos para los trabajadores	Horas de trabajo	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Trabajadores	Bitácoras de los jornales trabajados	Se trabajaran 8 horas diarias.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M11	Humedecimiento de superficies	Prevención	Se humedecerá la superficie en donde exista polvo para evitar la dispersión de polvos	Evitar la generación de partículas suspendidas que dañe la calidad del aire	Número de pipas para riego	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	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.
			M12	Revestimiento de camiones con lonas	Prevención	Se cubrirán los camiones con lonas durante el transporte de los materiales para evitar la dispersión de partículas dentro del área del proyecto y áreas aledañas.	Evitar la afectación a la calidad del aire	Número de camiones y lonas utilizadas	Coordinador del proyecto, supervisor ambiental y operador de camión	Durante el transporte de material orgánico	Lonas u otros materiales de cubierta para los camiones que transportarán material	Registro de los camiones que utilizan lona y memoria fotográfica	Todos los camiones.
		Perdida de confort sonoro	M10	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo la maquinaria y equipo.	Establecer los niveles de ruido aceptables	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Coordinador del proyecto y operadores.	Durante el transporte de material orgánico	El costo establecido para el mantenimiento de la maquinaria y equipo	Bitácora de mantenimiento de maquinaria y equipo	Toda la maquinaria y el equipo.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M13	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-041-SEMARNAT-2015 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; 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-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores; 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 .

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
	Suelo	Perdida de material orgánico	M4	Rescate del material resultante del despalme	Prevención	*No habrá una pérdida de suelo* puesto que se pretende utilizar el mismo material removido para estabilizar la superficie del mismo proyecto así como impulsar la regeneración de vegetación	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 (por intervención)	Camión para el transporte del materia y 1 operador	Bitácoras y registros del material almacenado.	En una superficie de 2.0093 ha., y un volumen 2,009.30 m³.
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	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 por medio de la vegetación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto y años posteriores	Trabajadores y recursos necesarios para su construcción	Bitácoras de los jornales y registro de las obras realizadas y memorias fotografías	Captación de 215.82 ton de azolve
			M1	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 para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.	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 (por intervención)	Programación de la actividad	Registro de los jornales para la desmonte y despalme y memoria fotográfica	En los años de intervención (1, 5, 9 y 12)
		Aumento de la erosión	M3	Establecimiento de zona búfer	Prevención	Se establecerá una zona búfer de la periferia hacia el centro del proyecto, misma que fungirá como un mecanismo para proteger la vegetación presente más allá del área del proyecto delimitado, esta es considerada como una medida alternativa.	Restringir actividades al área del proyecto	Área del búfer delimitada	Coordinador del proyecto	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	No se requerirá de ningún tipo de recursos, excepto no rebasar el límite establecido	Fotos y bitácora de cumplimiento	Zona búfer de 3 metros
			M5	Rehabilitación del área aprovechada	Remediación	Una vez concluido las actividades para la extracción de arena, en la superficie del proyecto, se pretende realizar el relleno y nivelación del área, roturación del suelo, reincorporación del material orgánico, dispersión de semilla y reforestación con especies nativas del área del proyecto.	Devolver el área del proyecto a lo más parecido a sus condiciones originales	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Dos años posteriores a la vida útil del proyecto y 5 de mantenimiento	El número de plantas a reforestar	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	1, 450 Individuos plantados

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M2	Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación y compensación	Las mismas obras de conservación de suelos propuestas para la retención de agua, cumplen con la función de retener el suelo que se llegase a perder por la ejecución de las actividades del proyecto.	Retención de la mayor cantidad de suelo, evitando su perdida	Retención del suelo por medio de la vegetación	Coordinador del proyecto y trabajadores	Durante la vida útil del proyecto y años posteriores	Trabajadores y recursos necesarios para su construcción	Bitácora de jornaleros, registro de las obras realizadas y memoria fotográfica	1,500 terrazas individuales en una superficie de 2.0093 ha y 796 terrazas individuales en una superficie de 0.9339 ha. Dando un total de 2, 296 obras.
		Contaminación del suelo>	M8	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención	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.	Evitar la contaminación del suelo y el desagrado visual	Número de contenedores	Supervisor ambiental y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención)	Contenedores de residuos solidos	Bitácoras de colocación, registro de mantenimiento y memorias fotográficas.	Colocación de 4 contenedores clasificados por colores
Biótico	**Flora**	Perdida de cobertura vegetal	M14	Rescate y reubicación de flora	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo, contempla la implementación de un "Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora Silvestre" (ANEXO 9. PROG. 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 (por intervención)	El costo estimado para el programa de rescate de flora será de $132,030.00	Bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados	1, 809 individuos a reubicar

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M6	Programa de conservación de suelos y reforestación (Reforestación adicional)	Compensación	Se propone la realización de una reforestación adicional, es decir, fuera del área del proyecto. Se buscará 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 11. PROG. REFORESTACIÓN)	Compensar los individuos removidos por el proyecto	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Un año posterior a la vida útil del proyecto y 5 de mantenimiento	El costo estimado para el programa de reforestación será de $198, 751.84	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	1, 500 Individuos plantados en una superficie de 2.0093 ha.
			M5	Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	Remediación	Una vez concluido las actividades para la extracción de arena, en la superficie del proyecto, se pretende realizar el relleno y nivelación del área, roturación del suelo, reincorporación del material orgánico, dispersión de semilla y reforestación con especies nativas del área del proyecto. (ANEXO 12. PROG. REHABILITACIÓN)	Devolver el área del proyecto a lo más parecido a sus condiciones originales	Superficie y número de ejemplares plantados	Supervisor ambiental y trabajadores	Dos años posteriores a la vida útil del proyecto y 5 de mantenimiento	El costo estimado para el programa de rehabilitación será de $205, 439.00	Bitácora de registro de los individuos plantados y sobrevivencia	1, 450 Individuos plantados en una superficie de 2.0093 ha.
	Fauna	Modificación del hábitat	M15	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 de fauna presentes en el área del proyecto, de modo que estos no sean afectados por la implementación del proyecto.	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 12 años y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	1 Técnico especialista en rescate de fauna y 2 trabajadores	Bitácora de registro de los ejemplares ahuyentados y encontrados	En la superficie total del área del proyecto, 2.0093 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M16	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 proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas (en caso de encontrarse) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. 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. Lo que se propone es un Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre (ANEXO 10. PROG. 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 12 años y se realizará durante las actividades de cambio de uso de suelo	El costo estimado para el programa de ahuyentamiento de fauna será de $892, 575.00	Bitácora del avistamiento de especies de fauna ahuyentadas y bitácora de registro de los ejemplares rescatados y reubicados, y material fotográfico	En la superficie total del área del proyecto, 2.0093 ha.
Perceptual	**Paisaje**	Modificación del paisaje	M17	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 propias 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 (por intervención)	1 operador y 2 trabajadores	Bitácora de máquinas retirada y memoria fotográfica	En la superficie total del área del proyecto, 2.0093 ha.

Medio	Factor	Impacto	Medida de mitigación		Tipo de medida	Descripción de la medida	Meta	Indicador	Encargado	Duración	Recursos necesarios	Registro de cumplimiento	Cantidad
			M6	Programa de conservación de suelos y reforestación (Mantenimiento de la reforestación)	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	Un año posterior a la reforestación por 5 años	El número de plantas a reponer	Bitácora de registro de los individuos que tuvieron mortalidad.	Reposición de 449 individuos en una superficie de 2.0093 ha.
			M5	Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	Compensación	La calidad paisajística comprende la rehabilitación del área aprovechada por medio de una reforestación con especies nativas del lugar. Así mismo, el proyecto establece su aprovechamiento de manera más amigable con el medio ambiente considerando el rescate de vegetación nativa, el resguardo del material fértil y una reforestación adicional.	Rehabilitación del área aprovechada y reforestación adicional	Superficies	Supervisor ambiental, coordinador y trabajadores	Durante las actividades de cambio de uso de suelo (por intervención) y dos años posteriores a la vida útil del proyecto	Maquinaria necesaria y trabajadores	Bitácora de las actividades y memoria fotográfica	Superficie de rehabilitación 2.0093 ha.; superficie de reforestación 2.0093 ha.

VI.3 CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y MEDIDAS CONTRA IMPACTOS.

El plazo solicitado para llevar a cabo el proyecto es de 12 años 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 propone 8 años posteriores al proyecto para elaborar el resto de las medidas de mitigación que corresponden a las actividades de la reforestación y la rehabilitación del AP, por lo cual el plazo de las medidas solicitado correspondería a 20 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 los primeros 12 años a partir de la autorización emitida por la SEMARNAT, este plazo estará distribuido en cuatro intervenciones (Año 1, 5, 9 y 12) correspondiente a un año cada etapa.

En el **cuadro 27** es la representación del cronograma general de las actividades y medidas previas, durante y posterior al cambio de uso de suelo. De igual forma se presenta el **cuadro 28**, el cual corresponde al cronograma por periodo de ejecución de cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo el cambio de uso de suelo por etapa y/o intervención, correspondiente a los años 1, 5, 9 y 12 (los meses y actividades serán las mismas para cada etapa), durante el tiempo restante se irán realizando de la misma manera como se observa en cronograma general.

Cuadro VI.27. Cronograma general de las actividades y medidas contra impactos.

Actividad	Vida útil del proyecto en años y semestres																								Años y semestres posteriores al proyecto															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																																								
Rescate de flora silvestre																																								
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre																																								
Rescate de fauna silvestre																																								
Colocación de obras temporales (baños y contenedores)																																								
Actividades del cambio de uso de suelo																																								
Señalización (Delimitación del área)																																								
Desmonte																																								
Extracción de materias primas provenientes del desmonte																																								
Despalme																																								
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																																								
Humedecimiento de superficies																																								
Transporte de material orgánico																																								
Almacenamiento de material orgánico.																																								
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																																								
Reubicación de flora silvestre																																								
Obras de conservación (terrazas individuales)$_1$																																								
Mantenimiento de la flora rescatada y obras de conservación																																								
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención posteriores al cambio de uso de suelo																																								
Reforestación adicional																																								
Obras de conservación (terrazas individuales)$_2$																																								
Reposición de planta (30%)																																								
Mantenimiento de la reforestación																																								
Estabilización de taludes																																								
Reincorporación de suelo fértil																																								
Rehabilitación del sitio y obras de conservación de suelos$_3$																																								

Actividad	Vida útil del proyecto en años y semestres																								Años y semestres posteriores al proyecto															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Reposición de planta (30%)																																								
Mantenimiento de la rehabilitación																																								

[1] Estas obras están enfocadas para los géneros (*Agave, Mammillaria y Opuntia*) que son de algunos de los géneros de las especies a reubicar.
[2] Estas obras están enfocadas para los individuos de las especies a reforestar.
[3] Estas obras están enfocadas para los individuos de las especies en el área de rehabilitación.

Cuadro VI.28. Calendarización de las actividades por año y mes de intervención (1, 5, 9 y 12).

Actividad	Año de intervención (1, 5, 9 y 12)												Años después de cada intervención											
	Forma de ejecución por año y por mes												Forma de ejecución por año y por mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención previas al cambio de uso de suelo																								
Rescate de flora silvestre	■	■	■	■	■	■																		
Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Rescate de fauna silvestre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Colocación de obras temporales (baños y contenedores)	■	■	■	■	■	■																		
Actividades del cambio de uso de suelo																								
Señalización (Delimitación del área)	■	■	■	■	■	■																		
Desmonte	■	■	■	■	■	■																		
Extracción de materias primas provenientes del desmonte	■	■	■	■	■	■																		
Despalme							■	■	■	■	■	■												
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante el cambio de uso de suelo																								
Humedecimiento de superficies							■	■	■	■	■	■												
Transporte de material orgánico							■	■	■	■	■	■												
Almacenamiento de material orgánico							■	■	■	■	■	■												
Medidas de mitigación, compensación y/o prevención durante y posterior al cambio de uso de suelo																								
Reubicación de flora silvestre	■	■	■	■	■	■																		
Obras de conservación (terrazas individuales)	■	■	■	■	■	■																		
Mantenimiento de la flora rescatada							■	■	■	■	■	■							■	■	■	■	■	■

Las actividades de cambio de uso de suelo y algunas de las medidas contra impactos se realizarán simultáneamente, para ello se considera un período de los primeros 12 años para llevar a cabo las actividades.

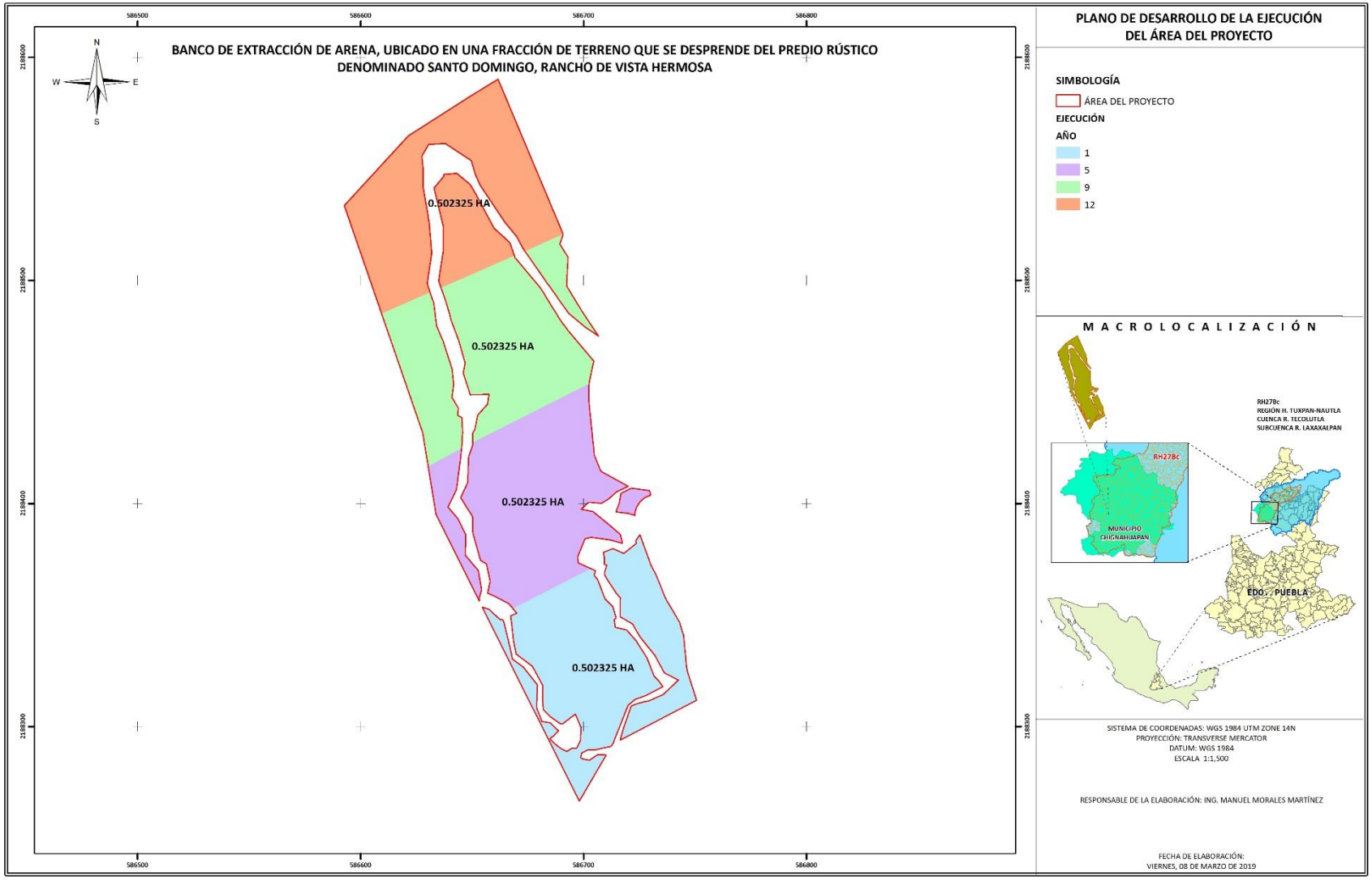


Figura VI.10. Desarrollo de la ejecución del área del proyecto.

VI.4 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.29. Indicadores del seguimiento de las medidas propuestas.

Medio	Factor	Indicador de impacto	Medida de mitigación	Indicadores	Medida adicional
Abiótico	Agua	Reducción de la infiltración	Delimitación del áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Área sujeta a evaluación	Para evitar la afectación a áreas aledañas al proyecto se prevé la vigilancia constante de las actividades
			Colocación de sanitarios portátiles	Número de sanitarios	Se propone la cantidad de uno solamente, de ser requerido se rentará otro adicional
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Número de obras realizadas	Se realizará el mantenimiento pertinente
	Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Registro de las entradas y salidas de los trabajadores	Vigilar que no se realicen actividades fuera del horario establecido
			Humedecimiento de superficies	Número de riegos/año	Riego en las superficies aledañas al cambio cuando exista acumulación de partículas.
			Revestimiento de camiones con lonas	Registro de los vehículos cubiertos con lona	Respetar los límites de velocidad dentro y fuera del sitio del proyecto
		Perdida de confort sonoro	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Número de equipo y maquinaria con mantenimiento	Se verificara el número de equipo y maquinaria con mantenimiento
			Horarios de trabajo bajo normativa	Registro de las entradas y salidas de los trabajadores	Vigilar que no se realicen actividades durante la noche
	Suelo	Perdida de material orgánico	Rescate del material resultante del despalme	Volumen de suelo orgánico almacenado y superficie destinada como almacenamiento	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
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Número de obras realizadas	Se realizará el mantenimiento pertinente
			Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Tiempo calendarizado para las actividades	Respetar los tiempos establecidos para la preparación del sitio evitando tiempos muertos
		Aumento de la erosión	Establecimiento de zona búfer	Área del búfer delimitada	Verificar que las actividades sean realizadas específicamente en los sitios asignados
			Rehabilitación del área aprovechada	Número de individuos reforestados, actividades y obras realizadas	Mantenimiento de los individuos reforestados en el programa
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Número de obras realizadas	Se realizará el mantenimiento pertinente
		Contaminación del suelo	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Número de contenedores	Se realizará el mantenimiento periódico y recolección de los desechos

Medio	Factor	Indicador de impacto	Medida de mitigación	Indicadores	Medida adicional
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	Rescate y reubicación de flora	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos rescatados y plantados, por lo que se le dará seguimiento los programas correspondientes
			Programa de conservación de suelos y reforestación (Reforestación adicional)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos rescatados y plantados, por lo que se le dará seguimiento los programas correspondientes
			Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos rescatados y plantados, por lo que se le dará seguimiento los programas correspondientes
	Fauna	Modificación del hábitat	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Número de ejemplares ahuyentados	Ahuyentamiento preventivo durante el proceso del proyecto
			Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Número de ejemplares ahuyentados, rescatados y reubicados	Ahuyentamiento preventivo durante el proceso del proyecto y el rescate de los mismos
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	Limpieza y retiro de la maquinaria	Registro del cumplimiento de horarios de trabajo	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
			Programa de conservación de suelos y reforestación (Mantenimiento de la reforestación)	Superficie y número de ejemplares por reposición	Establecer el cuidado posterior al trasplante de los individuos que resultaron con mortalidad, por lo que se le dará seguimiento los programas correspondientes
			Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	Número de plantas vivas/año	Establecer el cuidado previo y posterior al trasplante de los individuos rescatados y plantados, por lo que se le dará seguimiento los programas correspondientes

- 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.4.1 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 la medida de mitigación aplicada, 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.4.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Tomando en cuenta que la implementación de la rehabilitación del área aprovechada y la reforestación adicional, beneficiarán la dinámica y funcionalidad del ecosistema, se realizará una evaluación de sobrevivencia de las mismas por año por lo menos durante un periodo de cinco 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 necesario la aplicación de otra estrategia o planeación de actividades.

VI.5 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 "**BANCO DE EXTRACCIÓN DE ARENA, UBICADO EN UNA FRACCIÓN DE TERRENO QUE SE DESPRENDE DEL PREDIO RÚSTICO DENOMINADO SANTO DOMINGO, RANCHO DE VISTA HERMOSA, MUNICIPIO DE CHIGNAHUAPAN, 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 del proyecto el costo total de la inversión estimada para el proyecto es de [redacted]En el siguiente cuadro se presenta el costo de la inversión total del proyecto.

Cuadro VI.30. Estimación de los costos totales de las actividades del proyecto y medidas de mitigación.

CONCEPTO	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	
Transporte de material orgánico	
Almacenamiento de material orgánico	
Instalación de 1 sanitario	
Contenedores para residuos solidos	
Humedecimiento de superficies	
Programa de rescate y reubicación de flora	
Programa de rescate y reubicación de fauna	

CONCEPTO	COSTO TOTAL ($)
Programa de reforestación y conservación de suelos	[redacted]
Programa de Rehabilitación del área	
SUBTOTAL	
TOTAL	

Nota: se anexan los planos correspondientes a las medidas y programas (ANEXO 13. ANEXO CARTOGRÁFICO) por capítulo VI.

VI.6 BIBLIOGRAFÍA

[i] Masera O., de Jong B. y Ricalde I. 2000. Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México-ECOSUR. 197p.

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

[iii] The International Society for Ecological Economics e Island Press, 1980.

[iv] Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO, 2009.

[v] Morales-Aymerich J.P. La capacidad de carga: conceptos y usos. Recursos Naturales y Ambiente. No (63): 47-53.

[vi] Seidl, I; Tisdell, C. 1999. Carrying capacity reconsidered: from Malthus population theory to cultural carrying capacity. Ecological Economics 31:13.

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. 8
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. 6
Cuadro VII.10. Factores afectados de acuerdo a las actividades de preparación del sitio. 7
Cuadro VII.11. Comparación de la infiltración antes y después del proyecto. 7
Cuadro VII.12. Comparativo de la erosión sin y con proyecto. 8
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. 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.17. Consideraciones para determinar la realización del proyecto. 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011. 4
Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2017. 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. 14

ÍNDICE DE IMÀGENES

Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo. 5

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 mostraran 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 acelerarla, 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	4.49	Ligera
Área de influencia	3.61	Ligera
Área del proyecto actual	16.78	Moderada

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	14.00	Ligera
Área de influencia	11.24	Sin erosión
Área del proyecto actual	5.23	Sin erosión

En relación con los datos de la infiltración, podemos determinar que la erosión que tiene mayor impacto es la eólica, sin embargo, por la cantidad de toneladas/ha de suelo que se pierde anualmente esta es clasificada como ligera o sin erosión. Mientras que la erosión hídrica resulta con valores bajos y uno alto pero considerado como moderado.

- **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		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	9,809,354.61	100
Volumen EVT	2,395,194.94	24
Volumen escurrimiento	1,170,468.54	12
Volumen infiltración	6,243,691.13	64
Área de influencia		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	578,315.00	100
Volumen EVT	141,209.82	24
Volumen escurrimiento	80,536.15	14
Volumen infiltración	356,569.04	62
PROYECTO		
Balance hídrico	**m³/año**	**%**
Volumen precipitado	18,294.68	100
Volumen EVT	4,467.09	24
Volumen escurrimiento	1,088.66	6
Volumen infiltración	12,738.93	70

De lo anterior se tiene, que de la cantidad de lluvia que cae sobre las tres unidades de análisis, más del 60% está siendo absorbido por el suelo e inclusive más (70%) en el área del proyecto. Esto indica que los suelos presentes en las tres unidades de análisis tienen gran capacidad de permeabilidad.

- **Biodiversidad**

Otro factor importante para conocer el estado de conservación de las tres unidades de análisis es la biodiversidad de flora y fauna, los 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, en el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro VII.4. Riqueza florística en las tres unidades de análisis.

RIQUEZA ESPECÍFICA DE BOSQUE DE ENCINO				
ÁREA	**ESTRATO**	**FAMILIA**	**GÉNERO**	**ESPECIE**
Área del Proyecto (AP)	Arbóreo	6	6	7
	Arbustivo	1	1	1
	Herbáceo	3	5	5
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	5
	Arbóreo	7	7	12

RIQUEZA ESPECÍFICA DE BOSQUE DE ENCINO				
ÁREA	ESTRATO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Área de Influencia (AI)	Arbustivo	3	5	7
	Herbáceo	6	13	14
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	6
Sistema Ambiental (SA)	Arbóreo	7	7	15
	Arbustivo	4	6	8
	Herbáceo	8	16	17
	Epífitas y/o cactáceas	3	4	7

Cuadro VII.5. Número total de individuos por estrato de flora presentes en el área del proyecto.

Estrato	N° INDIVIDUOS TOTAL
Arbóreo	9,420
Arbustivo	1,045
Herbáceo	140,651
Epífitas y cactáceas	2,692
Total	**153,808**

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	7	9	10	9	13	14	11	16	18
Mastofauna	2	2	2	3	3	4	3	3	5
Herpetofauna	1	1	4	1	1	4	1	1	5
TOTAL	**10**	**12**	**16**	**13**	**17**	**22**	**15**	**20**	**28**

Cuadro VII.7. Número total de individuos por grupo de fauna registrados en el área del proyecto.

Grupo	N° de registros
Avifauna	24
Mastofauna	2
Herpetofauna	9
Total	**35**

De acuerdo con lo anterior y a otros aspectos en el apartado IV.3.1.1-4 se hace un diagnóstico ambiental, en el que se muestra que la mayoría de los elementos analizados (agua, suelo, atmosfera, socioeconómicos, flora y fauna) se encuentran en una categoría ambiental **media tendiendo a baja.**

Cuadro VII.8. Resultados del Diagnóstico ambiental.

Elemento	Índice de Calidad Ambiental	Categoría
Suelo	**58**	**Media**
Agua	**57**	**Media**
Aire	**50**	**Media**
Flora y fauna	**35**	**Moderadamente Baja**
Socioeconómico	**38**	**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.

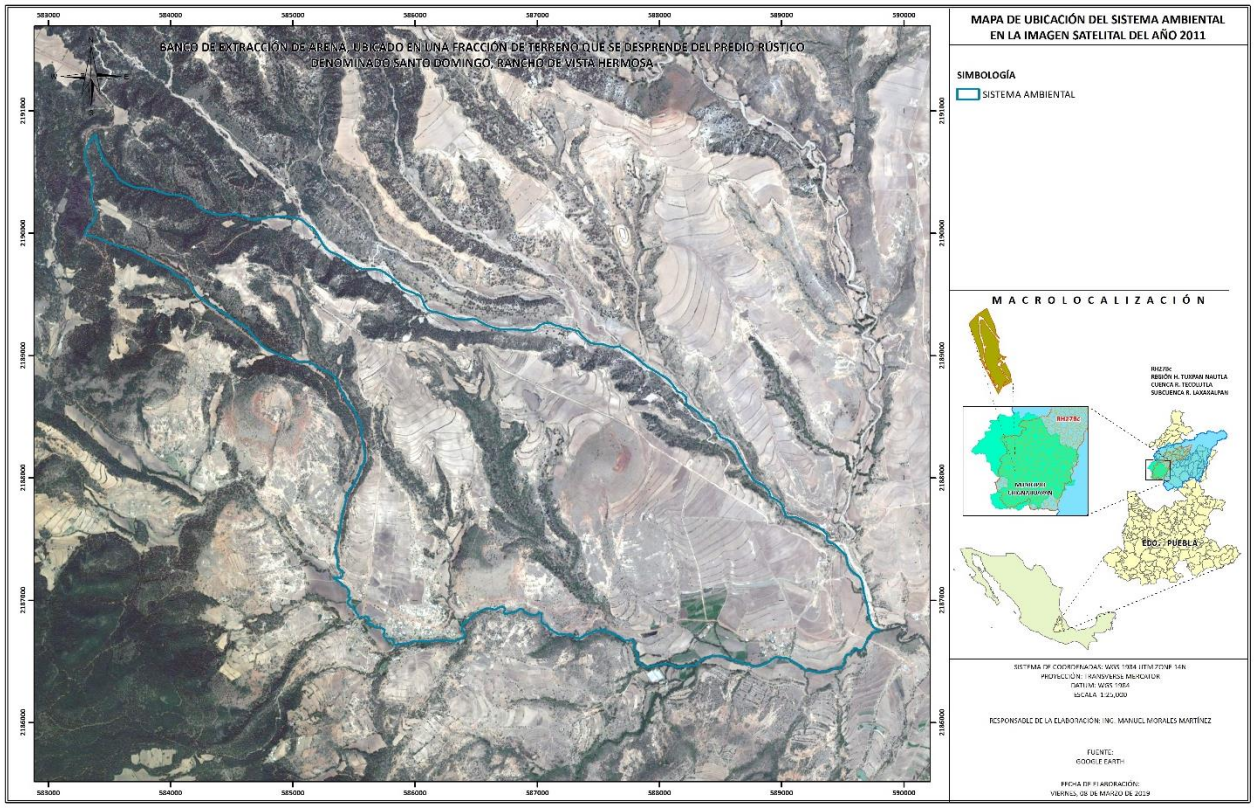


Figura VII.1. Mapa del sistema ambiental en el año 2011.

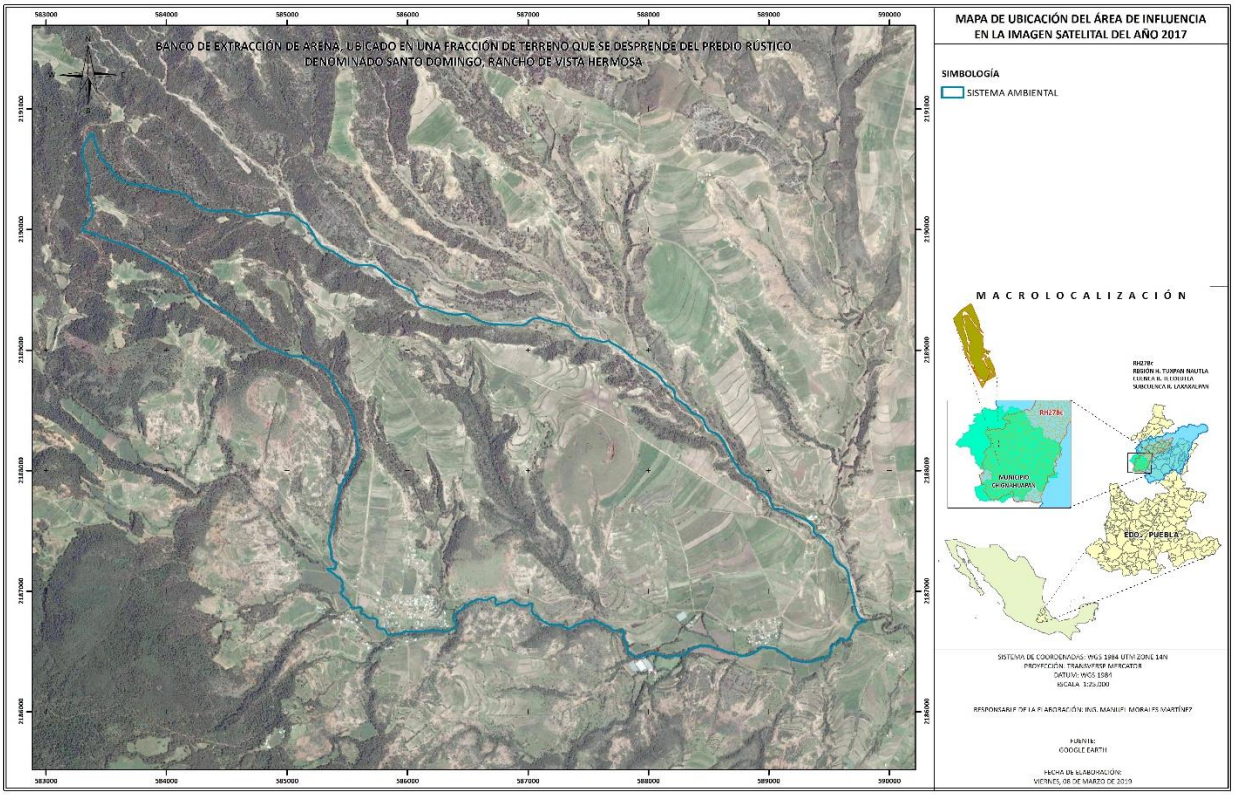


Figura VII.2. Mapa del sistema ambiental en el año 2017.

En la siguiente imagen se puede observar que no han existido grandes cambios en un periodo de 10 años en el área del proyecto.

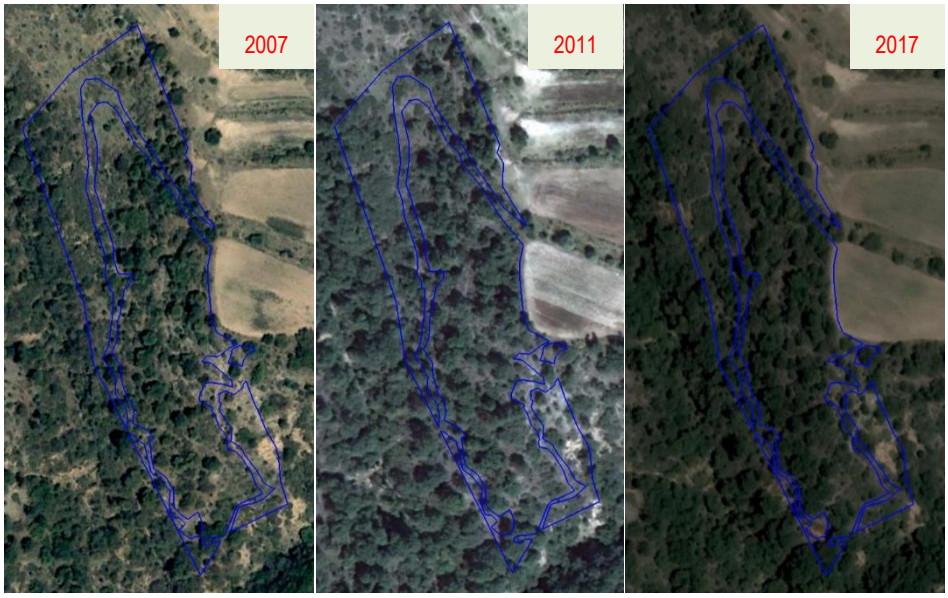


Imagen VII.1. Cambios del área del proyecto a lo largo del tiempo.

En base a lo anterior podemos concluir que de no ejecutar el proyecto, el sistema ambiental, el área de influencia y el área del proyecto seguirán 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, mencionada 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
		Confort sonoro	Pérdida de confort sonoro	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	**Moderados**
		Calidad del paisaje		

Debido que la mayor afectación se lleva durante las actividades que comprende la etapa de preparación del sitio, en el siguiente cuadro se muestra en que actividad se ve afectado cada factor.

Cuadro VII.10. Factores afectados de acuerdo a las actividades de preparación del sitio.

Fases del proyecto / Elementos			Sistema ambiental												
			Físico natural												Socioeconómico
			Abiótico				Biótico						Perceptual		Económico
			Agua	Aire		Suelo	Flora			Fauna			Paisaje		Empleo
			Infiltración	Calidad	Confort sonoro	Erosión	Diversidad	Cobertura vegetal	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Hábitat	Incidencia visual	Calidad del paisaje	Empleo
Proyecto	Cambio de uso de suelo	Señalización				*									*
		Desmonte	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Extracción de materias primas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
		Despalme	*	*	*	*	*	*	*				*		*

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 este se encuentra dentro del sistema ambiental.

Impactos al agua

Tomando los valores actuales 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)	9,809,354.61	578,315.00	18,294.68	18,294.68	0.00
Volumen EVT(m^3/año)	2,395,194.94	141,209.82	4,467.09	4,467.09	0.00
Volumen escurrimiento (m^3/año)	1,170,468.54	80,536.15	1,088.66	3,277.25	-2,188.59
Volumen infiltración	6,243,691.13	356,569.04	12,738.93	10,550.33	2,188.60

De esto podemos decir que con la construcción del proyecto hay una reducción en la infiltración de 2,188.60 m^3/año, que corresponde a 0.035052% 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 (2.0093 HA) TON/AÑO	EROSIÓN SIN VEGETACIÓN (2.0093 HA) TON/AÑO	DIFERENCIA
Hídrica	16.78	67.13	50.35
Eólica	5.23	20.93	15.7

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior, se tiene que con la construcción del proyecto la erosión hídrica aumentará 50.35 ton/ha/año, mientras que la erosión eólica aumentará 15.7 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 quedara 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 significativo** (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 construcción 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	Delimitación del áreas (restringir las actividades sólo al AP)	Prevención
			Colocación de sanitarios portátiles	Prevención
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
	Aire	Suspensión de partículas	Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
			Humedecimiento de superficies	Prevención
			Revestimiento de camiones con lonas	Prevención
		Perdida de confort sonoro	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Prevención
			Horarios de trabajo bajo normativa	Prevención
	Suelo	Perdida de material orgánico	Rescate del material resultante del despalme	Prevención
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
			Evitar la exposición prolongada del suelo desnudo	Prevención
		Aumento de la erosión	Establecimiento de zona búfer	Prevención
			Rehabilitación del área aprovechada	Compensación
			Obras de conservación de suelos (terrazas individuales)	Mitigación
		Contaminación del suelo☣	Colocación de contenedores para residuos sólidos	Prevención
Biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal	Rescate y reubicación de flora	Prevención

Medio	Factor	Impacto	Medidas	Tipo de medida
			Programa de conservación de suelos y reforestación (Reforestación adicional)	Compensación
			Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	Compensación
	Fauna	Modificación del hábitat	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Prevención
			Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre	Prevención
Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje	Limpieza y retiro de la maquinaria	Mitigación
			Programa de conservación de suelos y reforestación (Mantenimiento de la reforestación)	Compensación
			Programa (Rehabilitación del área aprovechada)	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 de prevención incluyen la delimitación de las actividades solo a la del área del proyecto y la colocación de un baño portátil. La medida de mitigación se centra en realizar obras de conservación de suelos como son las terrazas (2,296 obras). Estas medidas de mitigación funcionarán a largo plazo como una obra de captación, que permitirá se sigua infiltrando agua al suelo, compensando de cierta manera los 2,188.60 m^3/año de agua, contemplados en el apartado anterior.

Aire

Para reducir la suspensión de partículas, se proponen medidas de prevención como respetar los horarios de trabajo bajo normativa de 8 horas diarias; también se propone el humedecimiento de superficies y revestir los camiones con lonas. Para la pérdida se confort sonoro, se establecen dos medidas de prevención; las cuales son llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria y el equipo, además de que se respete el horario de trabajo bajo normativa.

Suelo

Para la pérdida de material orgánico se establecen dos obras de prevención, las cuales son el rescate del material resultante del despalme y evitar la exposición prolongada del suelo desnudo. Se establece también una medida de mitigación, la cual es realizar obras de conservación de suelos como son las terrazas.

A continuación, se muestra la cantidad de material orgánico a rescatar.

Cuadro VII.14. Cantidad de material orgánico a rescatar.

MEDIDA PROPUESTA					
Rescate de material orgánico					
Superficie de AP (ha)	Erosión potencial AP (ton/ha/año)	Erosión potencial Total AP (ton)	Profundidad del suelo (cm)	Toneladas por hectárea a obtener	Azolve Total rescatado (ton)
2.0093	66.05	132.71	10.00	1,200	2,411.16

A partir de los datos presentados se puede decir que obtendremos 2,411.16 toneladas de material orgánico o fértil.

Para disminuir el aumento de la erosión se determinan una medida de prevención: establecer una zona buffer de 3 m; una medida de compensación: rehabilitar el área aprovechada plantando 1,450 individuos; y una medida de mitigación: obras de conservación de suelos (terrazas).

Se colocarán 4 contenedores clasificados por colores para residuos sólidos, esto como medida de prevención para evitar la contaminación del suelo.

Biodiversidad

Flora

Para evitar la pérdida de cobertura vegetal se propone una medida de prevención, la cual establece el rescate y reubicación de especies. Otras medidas de compensación para la vegetación incluyen un programa de reforestación (1500 individuos) y otro de rehabilitación (1450) individuos.

A continuación, se muestra la cantidad de individuos a rescatar para la flora.

Cuadro VII.15. Porcentaje de individuos a reubicar en relación con el número actual de individuos.

ESPECIES A RESCATAR/REUBICAR							
ID	Familia	Género	Especie	Nombre común	N	% Rescate	Total
1	Agavaceae	*Agave*	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	161	100%	161
2	Cactaceae	*Mammillaria*	*Mammillaria discolor*	Biznaga de diversos colores	8	100%	8
3	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	964	65%	627
4	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia macdougallii*	Magueyito	755	65%	491
5	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallito	804	65%	523
5	**TOTAL**				**2,692**	**-**	**1,809**

Con el rescate de flora se estarán conservando especies existentes en el área del proyecto que tienen una importancia ecológica alta.

Fauna

La fauna tiene menores consecuencias por el cambio de uso de suelo, debido a su gran movilidad, a excepción de los reptiles; sin embrago, las actividades de prevención de ahuyentamiento, rescate y reubicación será para todas las especies que se encuentren en el área del proyecto, lo que quiere decir que la compensación a este factor será del **100%.** Para ver más detalles es necesario ir al ANEXO 10. Programa de fauna.

Paisaje

Para evitar la modificación del paisaje se tendrá atención a la limpieza y retiro de la maquinaria como medida de mitigación; además de considerar programas de conservación de suelos, reforestación y rehabilitación como medidas compensatorias.

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 este, 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 y el pastizal conforman la mayor parte del territorio dentro del sistema ambiental y aunque en poca proporción la mayoría de las superficies disminuyeron para convertirse en otro tipo de suelo.

Cuadro VII.16. 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	178.9088	16.61	175.0104	16.24	3.8984	0.36	Disminuyó
Bosque de pino-encino	162.7475	15.11	162.3834	15.07	0.3641	0.03	Disminuyó
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.3720	0.03	0.3612	0.03	0.0108	0.00	Disminuyó
Bosque de encino	507.3528	47.09	512.3791	47.56	-5.0263	-0.47	Aumentó
Pastizal inducido	146.5673	13.60	146.5426	13.60	0.0247	0.00	Disminuyó
Agricultura de temporal anual y permanente	81.4107	7.56	80.6824	7.49	0.7283	0.07	Disminuyó
TOTAL	**1077.3591**	**100**	**1077.3591**	**100**	**0.0**	**0.0**	

Se puede reafirmar en las siguientes figuras que no existen grandes cambios en los tipos de uso de suelo y vegetación en un periodo de 11 años. Particularmente, en la parte central del sistema ambiental correspondiente al área del proyecto, el tipo de vegetación ha sido secundaria (pastizal inducido). Por lo anterior, la realización del proyecto no cambiaría en mucho la dinámica del paisaje.

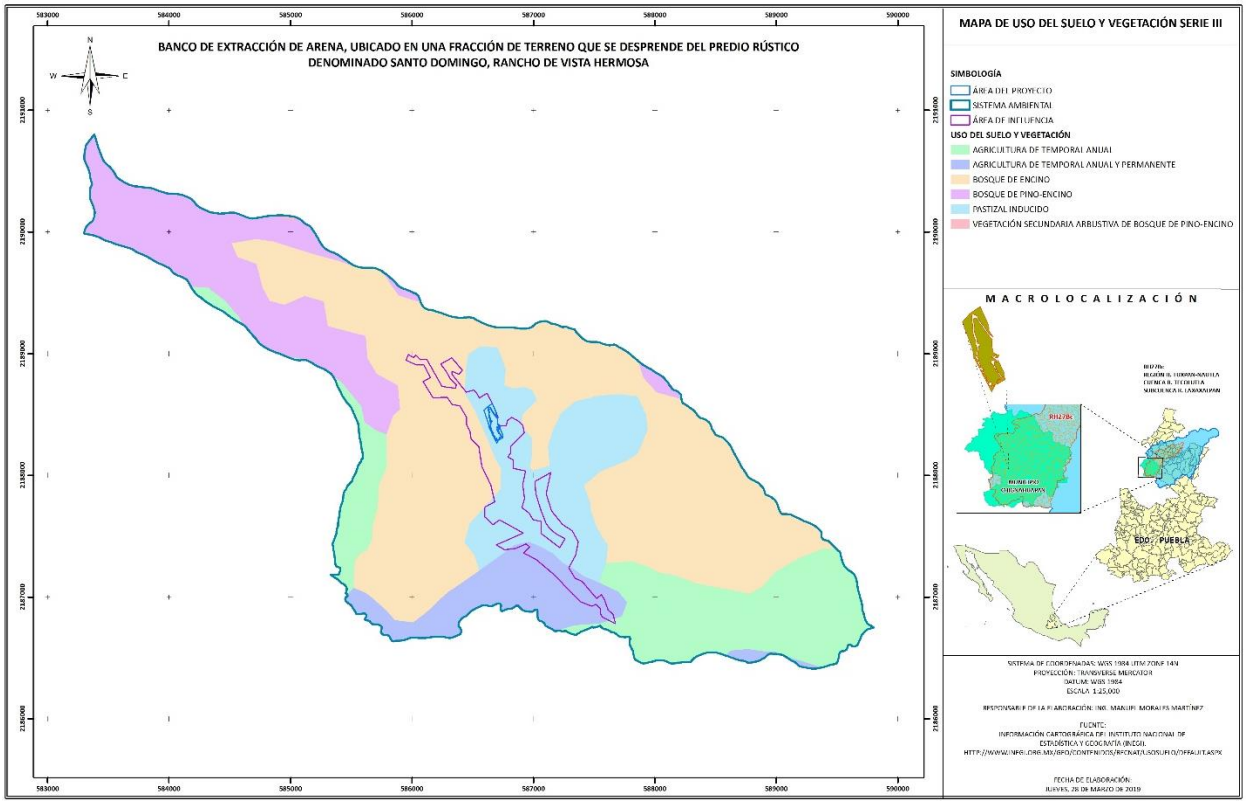


Figura VII.3. Uso de suelo y vegetación, serie III en las tres unidades de análisis.

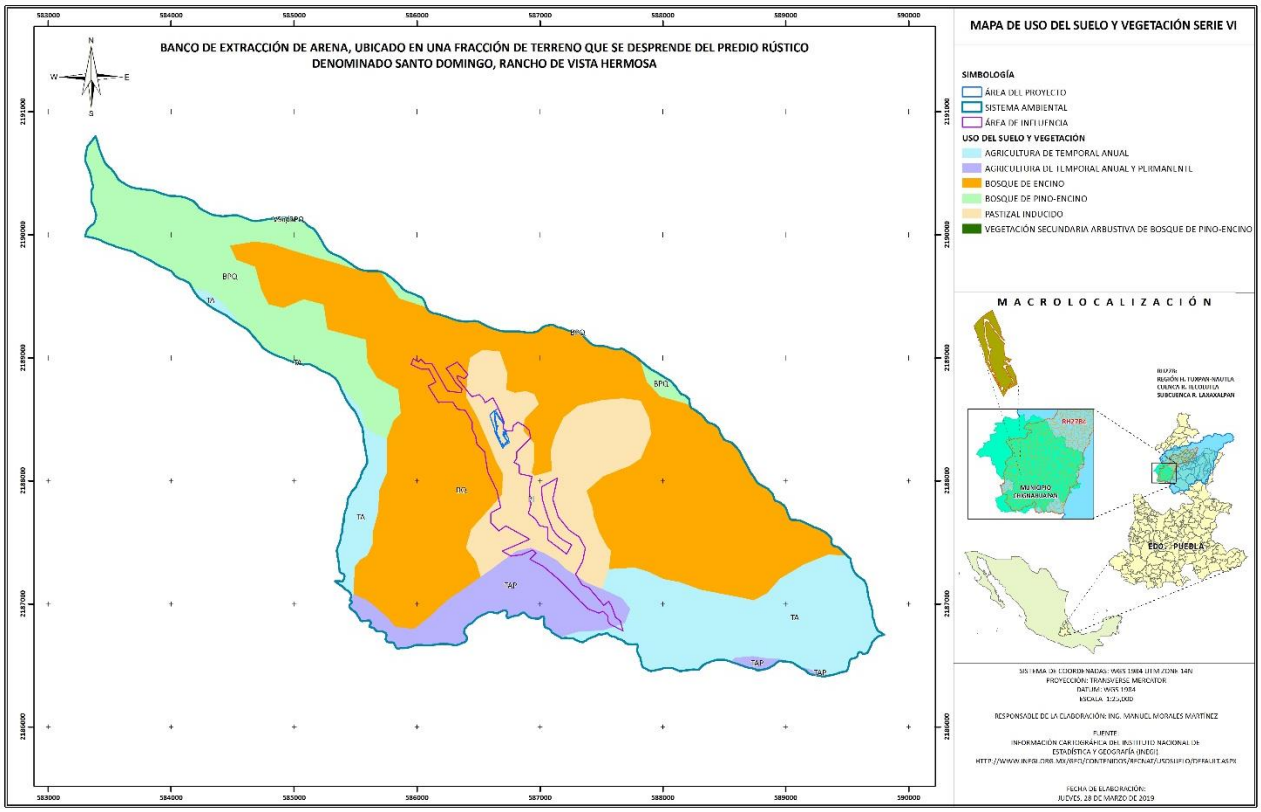


Figura VII.4. Uso de suelo y vegetación, serie IV en las tres unidades de análisis.

Haciendo una comparación, tenemos que la superficie del proyecto abarca una extensión de 2.0093 hectáreas, así mismo la dimensión territorial del sistema ambiental cuenta una superficie total de 1077.3591 hectáreas; esto deja como resultado que la afectación por el proyecto representa únicamente el 0.19% 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.17. 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.

Opción	Criterios	Consideraciones
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	El costo de inversión programado de acuerdo a datos proporcionados por el promovente es de $ 1, 911,159.74.
	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 este en un mayor estado de conservación que el seleccionado en un primer momento.

Ante esta situación y considerando los intereses de la empresa, se tomó como la mejor alternativa la opción 2 por considerarse la más factible.

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 VIII-1
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIII-1
VIII.1.1 CARTOGRAFÍA VIII-1
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS VIII-1
VIII.1.3 VIDEOS VIII-1
VIII.2 OTROS ANEXOS VIII-1
VIII.2.1 MEMORIAS VIII-1
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS VIII-1
VIII.4 LISTA DE ANEXOS VIII-2

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 3 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 ***"Banco de extracción de Arena, Ubicado en una Fracción de Terreno que se desprende del Predio Rústico Denominado Santo Domingo, Rancho de Vista Hermosa, Municipio de Chignahuapan, Puebla"*** 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 13. ANEXO CARTOGRÀFICO.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

En el proyecto ***"Banco de extracción de Arena, Ubicado en una Fracción de Terreno que se desprende del Predio Rústico Denominado Santo Domingo, Rancho de Vista Hermosa, Municipio de Chignahuapan, Puebla"*** se integró un anexo (ANEXO 14. 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 pero se incluirá un mapa donde se ubiquen los puntos de las tomas de fotografías. Este mapa se incluirá en el anexo fotográfico.

VIII.2 OTROS ANEXOS

No se incluyen otros anexos diferentes a los ya mencionados.

VIII.2.1 MEMORIAS

En el proyecto ***"Banco de extracción de Arena, Ubicado en una Fracción de Terreno que se desprende del Predio Rústico Denominado Santo Domingo, Rancho de Vista Hermosa, Municipio de Chignahuapan, Puebla"*** se integra el ANEXO 15. 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

En el proyecto ***"Banco de extracción de Arena, Ubicado en una Fracción de Terreno que se desprende del Predio Rústico Denominado Santo Domingo, Rancho de Vista Hermosa, Municipio de Chignahuapan, Puebla"*** se incluye un anexo (ANEXO 16. 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. ESCRITURA

ANEXO 2. RFC_PROMOVENTE

ANEXO 3. IDENTIFICACIÓN OFICIAL_PROMOVENTE

ANEXO 4. DATOS DEL ASESOR TÉCNICO

ANEXO 5. OFICIO PRES.MUN.

ANEXO 6. COORDENADAS UTM SA

ANEXO 7. METODOLOGÌA EROSIÒN Y BALANCE H

ANEXO 8. ESFUERZO_MUESTREO_UA

ANEXO 9. PROG. FLORA

ANEXO 10. PROG. FAUNA

ANEXO 11. PROG. REFORESTACIÓN

ANEXO 12. PROG. REHABILITACIÓN

ANEXO 13. ANEXO CARTOGRÁFICO

ANEXO 14. ANEXO FOTOGRÁFICO

ANEXO 15. MEMORIAS CÁLCULO

ANEXO 16. GLOSARIO DE TÈRMINOS