



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO**



FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

**ESTABLECIMIENTO DE POLÍTICAS AMBIENTALES CON BASE EN LOS
MAMÍFEROS SILVESTRES EN EL PARQUE ESTATAL HERMENEGILDO
GALEANA EN TENANCINGO, ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

ITZEL VÁZQUEZ DE LA PEÑA

MAGDA TERESITA VELÁZQUEZ MONTENEGRO

DIRECTOR DE TESIS

L. EN C.A ENRIQUE LEOPOLDO ISLAS FLORES

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2021.

RESUMEN

Desafortunadamente, en la actualidad ha disminuido notablemente la densidad poblacional de especies de fauna silvestre, resaltando que los mamíferos son un grupo de animales con mayor vulnerabilidad. Esta problemática incluso suele presentarse en las Áreas Naturales Protegidas, por lo que es urgente plantear alternativas y diseñar estrategias de manejo para su conservación y aprovechamiento adecuado.

Por esa razón, el presente estudio expone los hallazgos de la técnica de zonificación de manejo en el Parque Estatal, Ecológico, Recreativo y Turístico denominado "Hermenegildo Galeana". La propuesta de zonificación de manejo se basa en el enfoque de la valoración de la distribución y se toma en cuenta algunas características propias de cada especie de los mamíferos silvestres que habitan dentro del parque.

Finalmente, si bien existen leyes y reglamentos que protegen las ANP, la falta de aplicación de políticas ambientales mediante una zonificación, junto con actividades no pertinentes; aceleran el proceso de deterioro de estas áreas, por lo que se propone dicha técnica básica de protección para estos lugares.

Palabras Clave: Áreas Naturales Protegidas, Mamíferos silvestres, Políticas Ambientales, Zonificación de manejo.



Abstract

Unfortunately, at present the population density of wildlife species has notably decreased, highlighting that mammals are a group of animals with greater vulnerability. This problem even usually occurs in Protected Natural Areas, so it's urgent to propose alternatives and design management strategies for their conservation and proper use.

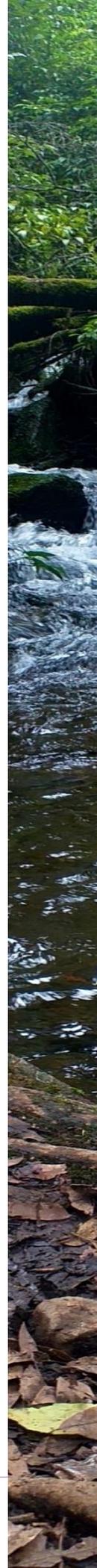
For this reason, the present study exposes the findings of the management zoning technique in the State, Ecological, Recreational and Tourist Park called "Hermenegildo Galeana". The management zoning proposal is based on the distribution assessment approach and takes into account some characteristics of each species of wild mammals that inhabit the park.

Finally, although there are laws and regulations that protect ANPs, the lack of application of zoning, along with irrelevant activities; accelerate the process of deterioration of these areas, which is why this basic protection technique is proposed for these places.

Keywords: Natural Protected Areas, Wild mammals, Environmental Polices, Management zoning.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	2
Abstract.....	3
Índice General	4
Índice de Imágenes	8
Índice de Cuadros	10
Índice de Gráficas	12
Índice de Diagramas.....	13
Índice de Anexos.....	14
Introducción	15
Justificación y Planteamiento del Problema	18
Objetivo General	20
Objetivos Específicos.....	20
Capítulo I. Marco Teórico Conceptual	22
1.1 Biodiversidad	22
1.1.2 Importancia de la biodiversidad	25
1.1.3 Pérdida de biodiversidad	26
1.1.4 Categorías de especies amenazadas de la UICN	31
1.1.5 Categorías de riesgo en México	32
1.2 Fauna	35
1.2.1 Vertebrados	36
1.3 Mamíferos	37
1.3.1 Importancia de mamíferos silvestres	38
1.3.2 Mamíferos silvestres en México	42



1.3.3 Mamíferos en el Estado de México	44
1.4 Enfoque relación humano-naturaleza	45
1.4.1 Amenazas y Conservación a la fauna silvestre	48
1.4.2 Áreas naturales protegidas	57
1.5 Técnicas para el estudio de fauna silvestre.....	70
1.5.1 Tipos de muestreo para mamíferos silvestres	71
1.6 Políticas Ambientales	83
1.7 Zonificación Ambiental.....	84
Capítulo II. Marco Legal.....	86
2.1 Nivel Federal.....	87
2.2 Nivel Estatal	89
2.3 Nivel Municipal.....	90
Capítulo III. Caracterización del área de estudio: Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico “Hermenegildo Galeana”	93
3.1 Localización	93
3.2 Decreto.....	93
3.3 Superficie	95
3.4 Características del medio físico.....	95
3.4.1 Geología	95
3.4.2 Geomorfología	95
3.4.3 Pendiente	97
3.4.4 Edafología.....	100
3.4.5 Clima.....	101
3.4.6 Hidrología	104



3.4.7 Uso de suelo	105
3.4.8 Flora	107
3.4.9 Fauna.....	111
3.5 Características Demográficas	113
3.5.1 Población total	113
Capítulo IV. Metodología.....	114
4.1 Identificación y captura de mamíferos silvestres presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana	115
4.1.1 Métodos directos de colecta	116
4.1.2 Métodos indirectos de colecta.....	117
4.1.3 Entrevistas.....	123
4.2 Establecimiento de políticas ambientales con base en una zonificación de manejo de mamíferos silvestres del Parque Estatal Hermenegildo Galeana	126
Capítulo V. Resultados	128
5.1 Resultados de la captura e identificación de mamíferos silvestres presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana.....	128
5.1.1 Resultados de métodos directos de colecta	138
5.1.2 Resultados de métodos indirectos de colecta	141
5.1.3 Resultados de entrevistas a pobladores.....	145
5.2 Políticas ambientales con base en una zonificación de manejo de mamíferos silvestres del Parque Estatal Hermenegildo Galeana.....	148
5.2.1 Protección.....	148
5.2.2 Conservación.....	151
5.2.3 Restauración	153



5.2.4 Aprovechamiento Sustentable	156
Capítulo VI. Discusiones	159
Capítulo VII. Conclusiones	163
Bibliografía	165
Anexos	175



ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.1. Trampa de captura viva tipo Sherman	75
Imagen 1.2. Izquierda, trampa de captura Tomahawk; derecha, esquema básico del funcionamiento de la trampa Tomahawk.....	75
Imagen 1.3. Esquema de una red de nylon para la captura de murciélagos	77
Imagen 1.4. Cámara trampa de la marca Cuddeback Back Flash E30-20	78
Imagen 3.1. Bosque de encino-pino en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana.....	108
Imagen 3.2. Bosque de Encino-Pino en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana.....	108
Imagen 4.1. Recorridos en trabajo de campo	116
Imagen 4.2. Colocación de trampa Tomahawk	117
Imagen 4.3. Trampa Tomahawk con cebo	118
Imagen 4.4. Colocación de red de niebla de nylon.....	119
Imagen 4.5. Murciélago (<i>Myotis Velifer</i>) capturado en red de niebla.....	120
Imagen 4.6. Cámaras trampa utilizadas en campo.....	121
Imagen 4.7. Colocación de cámara trampa	122
Imagen 4.8. Entrevista a personas locales	123
Imagen 4.9. Entrevista a personas locales	124
Imagen 4.10. Entrevista a trabajadores del parque	125
Imagen 5.1. Huella de gato montés (<i>Lynx rufus</i>)	138
Imagen 5.2. Huella de Coatí (<i>Nasua narica</i>).....	139
Imagen 5.3. Excremento Cacomixtle (<i>Basariscus astutus</i>)	139
Imagen 5.4. Armadillo (<i>Dasypus novemcinctus</i>) muerto	140



Imagen 5.5. Captura de un ejemplar de Tlacuache (*Didelphis virginiana*) 141

Imagen 5.6. Murciélago (*Myotis velifer*) en vuelo 142

Imagen 5.7. Identificación de la especie de murciélago (*Myotis velifer*) .. 142

Imagen 5.8. Captura de tacuache (*Didelphis virginiana*) a través de cámara trampa 143

Imagen 5.9. Captura ardilla (*Sciurus aureogaster*) a través de cámara trampa 144

Imagen 5.10. Captura de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) a través de cámara trampa 144

Imagen 5.11. Captura de armadillo (*Dasypus novemcinctus*). a través de cámara trampa 145



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Categorías de riesgo en México	33
Cuadro 1.2. Mamíferos registrados en el Estado de México	45
Cuadro 1.3. Objetivos de Áreas Naturales Protegidas en México	59
Cuadro 1.4. Categorías de Áreas Naturales Protegidas en México	66
Cuadro 1.5. Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México	68
Cuadro 2.1. Leyes y normatividad del marco jurídico correspondiente al proyecto	87
Cuadro 2.2. Marco legal Federal.....	88
Cuadro 2.3. Marco legal Estatal.....	90
Cuadro 2.4. Marco legal Municipal.....	91
Cuadro 3.1. Rangos de Pendiente	98
Cuadro 3.2. Promedio de lluvia total mensual de 1999-2015	101
Cuadro 3.3. Temperatura máxima promedio de 1999-2015.....	102
Cuadro 3.4. Temperatura media mensual promedio de 1999-2015.....	102
Cuadro 3.5. Temperatura mínima promedio de 1999-2015.....	103
Cuadro 3.6. Usos de suelo 2020.....	106
Cuadro 3.7. Especies de flora presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana	110
Cuadro 3.8. Especies de fauna presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana.....	112
Cuadro 3.9. Población total	113
Cuadro 4.1. Coordenadas de la ubicación de cámaras trampa	122
Cuadro 5.1. Listado de especies de mamíferos en el PEHG.....	128



Cuadro 5.2. Principales características de mamíferos presentes en el PEHG 131

Cuadro 5.3. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Protección..... 149

Cuadro 5.4. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Conservación..... 152

Cuadro 5.5. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Restauración..... 154

Cuadro 5.6. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Aprovechamiento Sustentable..... 157



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1. Distribución de las especies, según su grado de riesgo, en los principales grupos taxonómicos de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	34
Gráfica 1.2. Porcentaje de mamíferos en México.....	43
Gráfica 5.1. Animales vistos en la región	146
Gráfica 5.2. Tiempo de avistamiento de animales.....	147
Gráfica 5.3. Abundancia de fauna en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana	147



ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.1. Pirámide Trófica en mamíferos	41
Diagrama 4.1. Metodología.....	115



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 3.1. Mapa Base	175
Anexo 3.2. Mapa de Ubicación	176
Anexo 3.3. Mapa de Geología.....	177
Anexo 3.4. Mapa de Relieve.....	178
Anexo 3.5. Mapa de Pendiente	179
Anexo 3.6. Mapa de Edafología	180
Anexo 3.7. Mapa de Isotermas.....	181
Anexo 3.8. Mapa de Isoyetas	182
Anexo 3.9. Mapa de Hidrología.....	183
Anexo 3.10. Mapa de Uso de suelo	184
Anexo 4.1. Entrevista aplicada a trabajadores del Parque Estatal Hermenegildo Galeana.....	185
Anexo 4.2. Entrevista aplicada a pobladores de las zonas de influencia	186
Anexo 4.3. Imagen de coordenadas de puntos de foto-trampeo dentro del PEHG	187
Anexo 5.1. Mapa de zonificación con base en políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable	188



INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es parte de todas las formas de vida, desde las bacterias microscópicas, hasta los organismos más complejos; que va desde plantas hasta animales, por lo que desempeña un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas y en los numerosos servicios ambientales que proporcionan.

Pese a su importancia, en las últimas décadas, debido a actividades antropogénicas todos los ecosistemas de la tierra han experimentado una transformación radical causando una extinción masiva de especies, ocasionada por una disminución considerable en número y extensión geográfica de diversas poblaciones de especies de flora y fauna. Teniendo conciencia que la extinción es un proceso natural que ha formado parte de la historia del planeta, aunque actualmente dichas actividades han acelerado el ritmo baste, como muestra de ello; los principales generadores de cambio indirecto en los ecosistemas son: la evolución de la población humana, la actividad económica, la tecnología y los factores sociopolíticos y culturales.

En la necesidad de poder enfrentar las consecuencias de la destrucción ecológica; se han impulsado acciones para salvaguardar la biodiversidad natural a través de alternativas factibles como lo son las Áreas Naturales Protegidas (ANP), cuyos principales objetivos son: protección, conservación y uso adecuado de los ecosistemas.

Aunque las ANP han sido un pilar fundamental para dar seguimiento a la conservación de la biodiversidad, están expuestas a transformaciones causadas por las actividades humanas principalmente por: la pérdida de hábitat ocasionada por actividades pecuarias, cacería y la



sobreexplotación de la vida silvestre, teniendo como consecuencia un notable impacto en la diversidad biológica.

Con base en lo anteriormente expuesto, para que un ANP sea conservada requiere de instrumentos que determinen acciones a seguir, por lo que el presente trabajo tiene como finalidad la elaboración de una zonificación de manejo enfocada en los mamíferos silvestres que habitan en el Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico “Hermenegildo Galeana”; que servirá para la gestión de políticas ambientales proactivas y la implementación de instrumentos técnicos, que se destinen en el área a futuro.

La creación de las políticas ambientales partieron de la zonificación delimitada a partir de la distribución de los mamíferos dentro del parque, en donde se establecieron cuatro zonas de manejo, que corresponden a las políticas ambientales; desde la zona de Protección, zona de Conservación, zona de Restauración, hasta llegar a la zona de Aprovechamiento Sustentable, a modo que permitirá que cada zona de acuerdo con sus características naturales tenga como objetivo dar un uso adecuado a cada espacio dentro del ANP.

El propósito del proyecto va encaminado a la importancia que tienen los mamíferos silvestres para la conservación del lugar, en vista de que estos forman parte de los principales indicadores del buen funcionamiento y dinámica del ecosistema. Brindando así, una opción más para la elaboración de las zonificaciones de manejo de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable dentro de las ANP, y que estas no solo sean enfocadas en la cobertura forestal del lugar.



Respecto al contenido desarrollado durante esta investigación; el Capítulo I contiene la conceptualización y descripción de la investigación, yendo de lo general a lo particular, partiendo de la definición de biodiversidad y la descripción de fauna, vertebrados, y mamíferos. Por otra parte, se hizo énfasis en la relación humano-naturaleza y se profundizó en la conceptualización de ANP; finalmente, se describen las técnicas para el estudio de fauna silvestre, con un enfoque de muestreo para los mamíferos silvestres. En el Capítulo II se desarrolla el marco legal, donde se describen las disposiciones jurídicas y normativas (nivel Federal, Estatal y Municipal) que regulan la conservación de la fauna silvestre. Dentro del Capítulo III se realiza la caracterización de aspectos naturales y algunos aspectos sociales, con la finalidad de conocer las particularidades del Parque Estatal "Hermenegildo Galeana". El Capítulo IV consiste en la recopilación de datos de las especies de mamíferos silvestres presentes en el área de estudio, a partir de ello se realizó una zonificación incluyendo las cuatro zonas de manejo con base en la distribución de los mamíferos silvestres dentro del parque. En cuanto al Capítulo V se presentan los resultados obtenidos durante la captura de datos de las especies de mamíferos silvestres de la investigación, y se continúa con el análisis de la información recabada para el establecimiento de las políticas ambientales, con la base en la elaboración de la zonificación de manejo. El Capítulo VI, aborda la discusión de los resultados obtenidos en la investigación y se proponen algunos puntos necesarios para tomar en cuenta en futuros proyectos dentro del parque estatal. Finalmente, el Capítulo VII, consta de la exposición de conclusiones, explicando si se llegó al cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del trabajo de investigación.

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pérdida de la fauna silvestre en general es ocasionada en gran parte por amenazas antrópicas¹, de las cuales destacan; caza, comercio ilegal de especies, introducción de especies invasoras, contaminación, cambio climático, pérdida de hábitat, y aprovechamiento irracional de recursos naturales, entre otras; sin dejar atrás la falta de ética y desconocimiento de las especies.

Ante esto, los mamíferos silvestres son uno de los grupos de animales más vulnerables, teniendo como consecuencia la disminución de densidad poblacional de especies; dado que sus hábitats han sido significativamente alterados por la competencia de un espacio en común con el humano, provocando cierta presión en el área. Dicha demanda de espacio desencadena amenazas evidentes, lo que ha puesto en riesgo a la fauna, sobre todo a los mamíferos medianos y grandes dado sus requerimientos ecológicos. De seguir así, ocasionará la pérdida total de mamíferos silvestres que son primordiales para el equilibrio ecológico del lugar.

En cuanto al área de estudio se refiere, a pesar de ser un ANP, se encuentra vulnerable a diversas amenazas, pues aún carece de la implementación de diversas herramientas para un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos naturales del parque; careciendo de una implementación adecuada de políticas ambientales que puedan ser viables para su correcta aplicación, considerando las características específicas que presenta el área de estudio.

La implementación de políticas ambientales es necesaria para lograr un desarrollo sustentable, la conservación de los ecosistemas y de la diversidad biológica, así como la mantención de la capacidad económica de producir bienes y servicios para las actuales y futuras generaciones (Durán, 2008).



Para la implementación de las políticas ambientales es necesario hacerlo a través de una zonificación, buscando espacios claramente delimitados, que definan las limitaciones de uso y protección de los recursos naturales dentro del ANP.

¹ Según Camacho y Ariosa (2000); Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) (2020). Definen el termino amenazas antrópicas como: Alteración ocasionada por la acción del hombre sobre el medio, así como, el peligro latente generado por la actividad humana en la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios y en la construcción y uso de infraestructura y edificios. Comprenden una gama amplia de peligros tales como las distintas formas de contaminación de aguas, aire y suelos, los incendios, las explosiones, los derrames de sustancias tóxicas, los accidentes en los sistemas de transporte, la ruptura de presas de retención de agua, etc.



OBJETIVO GENERAL

Establecer políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable, por medio de una zonificación con base en los patrones de actividad y distribución de las especies de mamíferos silvestres medianos y grandes dentro del Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico “Hermenegildo Galeana”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar los fundamentos teóricos conceptuales relacionados, abordando tópicos como: biodiversidad, mamíferos silvestres, relación humano-naturaleza, áreas naturales protegidas, técnicas para el estudio de fauna silvestre, políticas ambientales y zonificación ambiental.
- II. Identificar y analizar el marco jurídico relacionado con manejo y aprovechamiento de fauna silvestre del Parque Estatal Hermenegildo Galeana.
- III. Generar la caracterización física y social del Parque Estatal Hermenegildo Galeana.
- IV. Recopilar información de especies de mamíferos silvestres presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana, mediante investigación, métodos de muestreo directos e indirectos de captura de fauna silvestre y entrevistas a pobladores del área de influencia del parque.



- V.** Establecer la zonificación con base en la presencia de mamíferos silvestres presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana, para el previo desarrollo de las políticas ambientales.

- VI.** Discutir los resultados obtenidos de cada capítulo, haciendo énfasis en la implementación de las políticas ambientales y su correcta aplicación en el área de estudio.



CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Este capítulo tiene como objetivo hacer conocer los fundamentos conceptuales relacionados con la esencia del estudio de investigación, debido a lo cual esta sección se conforma de 7 apartados centrales, donde se abordan temas y conceptos referentes planteados de lo general a lo específico, con la finalidad de construir un soporte teórico para el entendimiento y desarrollo de este proyecto.

Los temas centrales parten desde biodiversidad, mamíferos silvestres, amenazas y protección a la fauna silvestre, hasta llegar al tópico de la zonificación el cual servirá para el establecimiento de políticas ambientales.

1.1 BIODIVERSIDAD

Biodiversidad o Diversidad Biológica es definida por el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica (ONU,1992), 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 ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”. Dicho concepto fue adoptado internacionalmente, donde México al igual que otros países se comprometieron a generar y apoyar programas que ayuden a conservar, proteger y aprovechar de forma sustentable la biodiversidad. Para el país la institución encargada de realizar y coordinar estas actividades es la (CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ortiz, 2013, p.13).

La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes formas de ser para la vida. Por medio de la mutación y selección, naturalmente determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados. Dichas



especies son la base de la estructura y función de los ecosistemas, y cuyas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta (Ortiz, 2013, p.14).

Como resultado de 3,500 millones de años de evolución en la Tierra, existen actualmente entre 5 y 30 millones de especies biológicas aproximadamente, de las cuales sólo 2 millones han sido formalmente descritas; no obstante, su tasa de extinción es acelerada. (SCDB, 2007).

La distribución de la diversidad biológica en la Tierra no es homogénea, ya que gran parte de la riqueza de organismos terrestres se concentra en pequeñas áreas, mayormente en los trópicos. A nivel mundial se reconocen 12 países que conforman el 10% de la superficie terrestre y albergan casi el 70% de las especies del planeta, a estos países se les ha denominado megadiversos, ellos son: Australia, Brasil, Costa Rica, Colombia, China, Ecuador, Nueva Guinea, México, Indonesia, Kenia, Papúa y Perú (CONABIO, 2006; Sarukhán *et al.*, 2009).

México, se considera un país único, en cuanto a biodiversidad se refiere, ya que en él resguarda el 10% de la diversidad biológica del mundo en poco más del 1% de la superficie terrestre. Además, la diversidad que el país alberga está conformada por una elevada riqueza de especies y endemismos (Sarukan *et al.*, 2012, p.9).

El país ocupa el segundo lugar del mundo en diversidad de reptiles (804 especies), es decir, 11% de las conocidas en el planeta, y de ellas 50% son endémicas; en cuanto a mamíferos ocupa el quinto lugar (535 especies, 488 terrestres y 47 marinas), equivalentes al 12% mundial, de las cuales 30% son endémicas. Con respecto a los anfibios, ocupa el cuarto lugar (con 284



especies, aproximadamente el 7% mundial) y 63% son endémicas; 60% de ellas son habitantes exclusivas de México y 3% son endémicas de Mesoamérica. Por otra parte, en riqueza de aves, México ocupa el onceavo lugar mundial con 1,050 especies conocidas, de las cuales entre 9% y 25% son endémicas. Asimismo, cuenta con 2,695 especies de peces, que constituyen 10% de todas las descritas en el mundo (CONABIO, 2020; Jiménez *et al.*, 2020).

Dicha biodiversidad dentro del país es gracias a su ubicación latitudinal, en la República Mexicana se entrelazan dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. A esta condición se suman la interacción de innumerables factores; climatológicos, topográficos, geográficos, etc., que propician la existencia de una gran variedad de ecosistemas y especies (Sarukan *et al.*, 2012; CONABIO, 2000).

México se divide en 32 entidades federativas, y en cada entidad alberga diversidad biológica. Es preciso mencionar, que el Estado de México posee el 10% de la biodiversidad del país, en tan solo el 1% de la superficie del territorio nacional; Esta riqueza se debe a su peculiar ubicación geográfica, relieve accidentado, historia geológica, variedad de climas y ecosistemas; que le confieren una complejidad ambiental (Ceballos *et al.*, 2018, p. 29).

Cabe señalar que dentro del contexto nacional, el Estado se encuentra ubicado entre dos provincias fisiográficas, las cuales son; el eje Neovolcánico transversal y la Sierra Madre Sur. La vasta biodiversidad es resultado de distintos factores que son determinantes, como; la historia geológica y geomorfológica, la diversa relieve, la variada topografía, la extensa hidrología, la amplia edafología y el régimen climático, haciendo



posibles los distintos ecosistemas que permiten la existencia de innumerables especies tanto de flora como de fauna. (Ceballos y Oliva, 2005, p.30)

De forma más específica, al Sur y Este del Estado de México se encuentra selva baja caducifolia, al norte se sitúan matorrales xerofitos, de igual manera, existen pastizales, bosques templados principalmente de pino, encino y oyamel, y los últimos relictos de humedales naturales del centro del país (Vizcaíno y Ceballos, 1992 citado en Ceballos *et al.*, 2018, pp.29-31).

1.1.2 IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad es responsable de garantizar el equilibrio de los ecosistemas de todo el mundo, y la especie humana depende de ella para sobrevivir. Considerando su importancia; durante la última década, la preocupación por la conservación de la biodiversidad se ha convertido en un paradigma de lo que tenemos y estamos perdiendo el símbolo del mundo en que nuestra cultura y concepción del universo ha evolucionado, mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible (Halffter y Ezcurra, 1992, p. 12).

La importancia de la biodiversidad se puede sintetizar en dos rasgos esenciales. Por un lado, es el fruto del trabajo de millones de años de la naturaleza, por lo que su valor es incalculable e irremplazable. Por otro, es garantía para el funcionamiento correcto del sistema que forman los seres vivos, junto con el medio en el que viven y al que contribuyen para su supervivencia (Rivera, 2015).

La biodiversidad provee servicios ambientales; es decir, proporciona las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas (incluyendo las especies y los genes) por medio de los cuales los seres humanos obtienen



varios beneficios y que no solo proporciona beneficios para los seres humanos, sino que es esencial para la vida del planeta. Algunos de los bienes que son proporcionados por la biodiversidad son alimento, el oxígeno, proporciona materias primas que favorecen el desarrollo económico, produce energía que utilizamos como combustible, y es el origen de algunos medicamentos (Loa *et al.*, 1998, p.104).

Los seres humanos se benefician de todos estos servicios y bienes, muchos de los cuales se encuentran profundamente asociados a valores religiosos, culturales, éticos y estéticos.

1.1.3 PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La crisis de la biodiversidad que actualmente padece el planeta posee similitudes con hechos ocurridos en el pasado, cuando desaparecieron grupos enteros de organismos. Si bien, las extinciones de hoy difieren de lo ocurrido en épocas pasadas. Ya que mientras aquellas fueron provocadas por perturbaciones naturales, ahora el hombre es el principal responsable de los cambios por causa de su expansión numérica y creciente demanda de recursos, sin ser consciente del mundo finito que habita (WWF, 2020).

Cuando nos referimos a la pérdida de la biodiversidad, se habla de la pérdida de ecosistemas, lo que implica la pérdida de las poblaciones y especies que habitan en ellos. Este deterioro incluye, en el componente ecológico, erosión de suelos y pérdida de su fertilidad, agotamiento de pesquerías, destrucción de bosques y extinción de especies únicas en el mundo (Pérez & Calderón, 2018, p.257).



En los últimos 50 años, la intensidad de estas actividades se ha incrementado y puesto a muchos grupos y especies en situaciones verdaderamente críticas.

Por otro lado, los expertos han definido como la sexta extinción masiva de especies al profundo proceso de transformación al que los seres humanos están sometiendo al planeta. Por lo cual, hoy día la pérdida de la diversidad biológica se reconoce como uno de los problemas ambientales más serios que enfrenta la humanidad (WWF, 2020).

1.1.3.1 CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La pérdida de biodiversidad ya sea disminución o desaparición de ella, en los últimos años ha disminuido a un ritmo alarmante. Los impactos de la actividad humana son cada vez más visibles. Los datos del informe Planeta Vivo (2020) demuestran que nuestro sistema alimentario, junto con el de producción de energía, están llevando al planeta al límite: la agricultura ocupa el 34% de la superficie de la Tierra y consume el 69% de las extracciones de agua dulce y que dichas acciones humanas son factores de la nueva época geológica: “El Antropoceno” (WWF, 2020).

Esto ha sido consecuencia de la mayor demanda de espacio, alimento, agua dulce y energía que requieren las sociedades modernas. Actualmente, se reconoce que las principales amenazas a la biodiversidad, tanto en México como en el mundo, son el cambio de uso del suelo (impulsado principalmente por la expansión de la frontera agropecuaria y urbana), el crecimiento de la infraestructura (p. e., para la construcción de carreteras, redes eléctricas y represas), los incendios forestales, la sobreexplotación de los recursos naturales, la introducción de especies invasoras, la contaminación, el aprovechamiento ilegal y, más recientemente, el cambio climático global (Challenger, 2008).



Las principales causas o factores de desaparición directos que impactan y amenazan a las especies son cinco los cuales se desglosan a continuación:

a) Pérdida de hábitat

La pérdida y deterioro de los hábitats es la principal causa de pérdida de biodiversidad. Al someter un cambio de uso de suelo y transformar selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, lagunas, y arrecifes en campos agrícolas, ganaderos, granjas camaroneras, presas, carreteras y zonas urbanas, se destruye el hábitat de miles de especies. Muchas veces la transformación no es completa, pero existe deterioro de la composición, estructura o función de los ecosistemas que impacta a las especies y a los bienes y servicios que obtenemos de la naturaleza (CONABIO, 2020).

b) Especies Invasoras

La introducción de especies no nativas (exóticas) que se convierten en invasoras (plagas) es una causa muy importante de pérdida de biodiversidad. En los últimos años se ha considerado como una de las principales causas de pérdida. Ya que estas especies que provienen de sitios lejanos de manera accidental o deliberada depredan a las especies nativas, compiten con ellas, transmiten enfermedades, modifican los hábitats causando problemas ambientales, económicos y sociales. En situaciones particulares puede llegar a suceder hibridación con las especies nativas, alterando su patrimonio genético y en los casos más graves causar la extinción de especies nativas (CONABIO, 2020).

c) Sobreexplotación

La sobreexplotación es la extracción de individuos de una población a una tasa mayor a la de su reproducción. Cuando esto sucede la población disminuye. Existen especies que son más vulnerables que otras, debido a sus



características biológicas como: distribución restringida, abundancia baja, tasa alta de mortalidad, tasa reproductiva baja, alta congregación de la población, entre otras (CONABIO, 2020).

Las principales actividades que afectan a las especies al sobreexplotar sus poblaciones son: la caza, pesca, tala, comercio ilegal de especies con distintos fines, además de los compradores de organismos y productos ilegales. A nivel de las poblaciones de las especies afectadas, las principales consecuencias por estas actividades son las alteraciones en los tamaños y estructuras poblacionales, en el número relativo de hembras y machos, en su potencial y características reproductivas, en su composición genética y en las repercusiones en el flujo y la dinámica de las cadenas tróficas de las comunidades de las que forman parte (Challenger, 2008, p.112).

d) Contaminación

Las actividades industriales, agrícolas, ganaderas y urbanas contribuyen substancialmente a la contaminación de aire, agua y suelos. Algunos contaminantes han debilitado la capa de ozono, mientras que otros han provocado el calentamiento global. Por lo cual, el aumento en la presencia de sustancias químicas en el ambiente como resultado de las actividades humanas, tiene graves consecuencias para muchas especies, la contaminación del agua, del suelo y del aire afecta directamente a muchos organismos aun en lugares remotos. Además, se considera como contaminantes al exceso de energía como sonido, calor o luz, y a los organismos transgénicos (CONABIO, 2020).

e) Cambio Climático

Una combinación de producción en exceso y reducida capacidad para capturar los contaminantes generados, provocan el aumento en la



temperatura promedio de la atmósfera y de los océanos del planeta debido al incremento en la concentración de gases de efecto invernadero, producidos por la quema de combustibles fósiles y por la deforestación. Las consecuencias son cambios radicales en la distribución de ecosistemas y especies, aumento en el nivel del mar, desaparición de glaciares y de grandes extensiones de corales, climas impredecibles y extremos como sequías y tormentas. El cambio climático afecta a todos los organismos del planeta, muchos de ellos ya están respondiendo a esta nueva dinámica a través de cambios en su distribución y sus migraciones (CONABIO, 2020).

Todos estos factores son causas subyacentes sociales, económicas y políticas de las actividades humanas que, a lo largo de nuestra historia, han sido de una escala pequeña a convertirse de gran escala, llegando a afectar el clima de todo el planeta, siendo así una de las principales amenazas a la biodiversidad, afectando mayormente a las especies endémicas porque su distribución está restringida en un territorio determinado. En México, debido a los factores mencionados, gran cantidad de especies endémicas de distribución altamente restringida son susceptibles a ser mayormente afectadas, dado que enfrentaran consecuencias, negativas, como la reducción de su población, si el aumento en la temperatura del planeta alcanza los tres grados centígrados por encima de los niveles previos a la revolución industrial. Si el incremento de la temperatura se limita a 1.5 grados centígrados, el riesgo de extinción para las especies endémicas aumentaría 2 por ciento; si alcanza 2 grados centígrados, crecería a 4 por ciento; pero si llega a los 3 grados centígrados, el riesgo de que desaparezcan se dispara hasta 20 por ciento para los organismos terrestres y 32 por ciento para los marinos (CONABIO,2020).



1.1.4 CATEGORÍAS DE ESPECIES AMENAZADAS DE LA UICN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Es una unión de miembros compuesta por organizaciones gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil. Cuenta con la experiencia, los recursos y el alcance de sus más de 1,400 organizaciones miembro y los aportes de más de 18,000 expertos. Esta diversidad y extensa experiencia convierte a la UICN en la autoridad mundial sobre el estado del mundo natural y las medidas necesarias para salvaguardarlo (UICN, 2020).

De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN, como inventario mundial, permite alertar al respecto del estado de la biodiversidad mundial; sus aplicaciones a nivel nacional permiten a los tomadores de decisiones considerar las mejores opciones para la conservación de las especies.

La información de la Lista Roja indica que la fuente de nuestros alimentos, medicinas y agua potable, además de los medios de subsistencia de millones de personas, podrían estar en riesgo con la rápida disminución de las especies animales y vegetales del mundo. La Lista muestra que de las 63,837 especies evaluadas 19,817 están amenazadas por la extinción, incluyendo el 41% de los anfibios, 33% de los corales formadores de arrecifes, 25% de los mamíferos, 13% de las aves y 30% de las coníferas. La Lista Roja es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del mundo (UICN, 2020).

Según esta lista, muestra que el total de especies en el mundo en alguna categoría de riesgo aumentó en alrededor de 120% en 20 años, pasando de 10,533 especies a mediados de los años noventa a 23,250 en 2015 (SEMARNAT, 2015).



1.1.5 CATEGORÍAS DE RIESGO EN MÉXICO

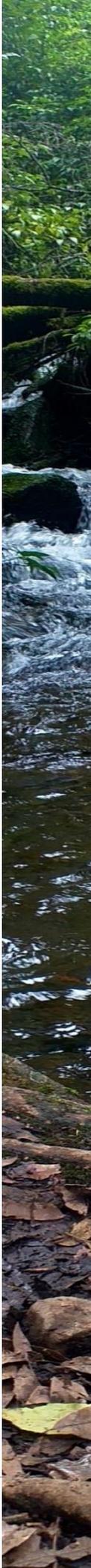
Las especies en riesgo son aquellas que sus poblaciones han ido disminuyendo debido a la transformación de su hábitat, sobreexplotación, interacciones con especies invasoras, efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

En México, se utilizan cuatro categorías para las especies que se encuentran en riesgo, publicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Que 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 (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

En noviembre de 2019 se publicó la actualización del anexo III (lista de especies), con lo que actualmente hay 2,678 especies enlistadas.

No obstante, a medida que el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Especies Silvestre en México (MER) se ha ido aplicando a distintos grupos y especies es claro que requiere de modificaciones específicas para distintos grupos biológicos (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

Las cuatro categorías para las especies que se encuentran en riesgo en México, se muestran a continuación en el cuadro 1.1.



Cuadro 1.1. Categorías de riesgo en México

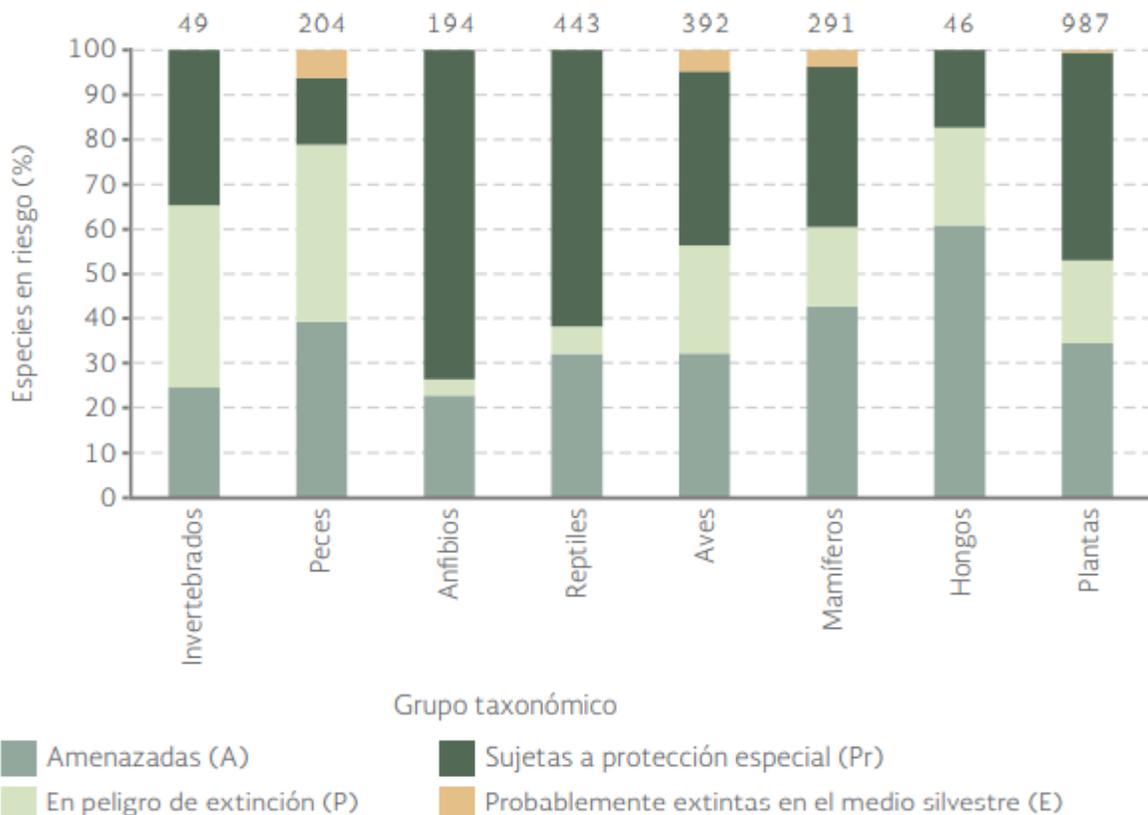


Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO, (2020).

De acuerdo con dicha norma, en el país existen 2,606 especies en alguna categoría de riesgo de extinción. Los grupos con mayor número de especies en alguna categoría de riesgo son las plantas, que entre angiospermas y gimnospermas suman 949, seguidas por los reptiles (443 especies), aves (392), mamíferos (291), peces (204) y anfibios (194). El total de especies probablemente extintas en la vida silvestre suma 49, 19 de ellas de aves, 13 de peces, 11 de mamíferos y 6 de plantas (SEMARNAT, 2016, p.222).

En la gráfica 1.1 se presenta la distribución de las especies, según su grado de riesgo, en los principales grupos taxonómicos de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Gráfica 1.1. Distribución de las especies, según su grado de riesgo, en los principales grupos taxonómicos de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fuente: Gráfica obtenida del Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave, desempeño ambiental y crecimiento verde, (2016).

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. En el caso de las especies, destaca el desarrollo de los Proyectos de Conservación y Recuperación de Especies Prioritarias (PREP), los cuales tuvieron su origen en el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000. En el año 2007 se estableció el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), a cargo de la SEMARNAT y otras secretarías de estado (como SEDESOL y SAGARPA, entre otras), cuyo objetivo principal ha sido lograr la recuperación de ciertas especies (SEMARNAT, 2016).



1.2 FAUNA

La fauna, comprende a todos los animales, desde los invertebrados más pequeños hasta los vertebrados más grandes, que se diferencian de todos los seres vivos por poseer características únicas; entre las que destacan; el ser seres pluricelulares, de nutrición heterótrofa, están conformados por un organismo diploide, cuentan con aparatos y sistemas que están conformados por órganos, entre otras peculiaridades (Zamora y Martínez, 2004; Quiroga y Peniche, s.f, p.51).

De manera general, el concepto de fauna silvestre hace referencia a aquellos animales que viven libremente en su hábitat, y de ahí obtienen todos sus satisfactores para poder sobrevivir, incluyendo; alimentación, reproducción, refugio, etc., sin recibir ninguna ayuda directa del ser humano (López, 2012).

Por otro lado, Rubiano (2011) menciona que el primer indicio de la concepción de fauna o vida silvestre se remonta a comienzos del siglo XX en la Inglaterra medieval; precisamente en el establecimiento de las leyes de caza deportiva de la aristocracia; dentro de estas se incluía específicamente a mamíferos y aves silvestres. Al principio, las leyes establecían solamente restricciones de uso de la fauna silvestre, ya para el año de 1390, se enfocaban en la protección de los animales; redefiniendo la caza deportiva (p. 94).

No es hasta el año de 1993, que el autor William Hornaday menciona por primera vez de manera más puntual el concepto: "wild life", en el libro; "Our Vanishing Wild Life: It's Extermination and Preservation", aunque el autor no explicaba a grandes rasgos el concepto. Ahora bien, en el año de 1896,



Estados Unidos, crea la Ley Geer; la cual es una de las primeras que prohíbe puntualmente la exportación de especies de caza (Rubiano, 2011, p. 96). Posteriormente, a las primeras concepciones de fauna o vida silvestre, que fueron pilares importantes para la formalización y evolución del concepto, hasta convertirse en un tema relevante al hablar en cuestiones de estudio y conservación (Rubiano, 2011, p. 96).

Precisamente 7 años después, en México, se crea La Ley General de Vida Silvestre (2000), en donde se define a la vida silvestre, como *“Los organismos que subsisten sujetos a procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre...”*.

Es importante resaltar la importancia que tiene la fauna silvestre en los ecosistemas de manera puntual y global, ya que no solo forma parte de los ecosistemas, sino que existe una significativa relación bilateral, debido a que hay una estrecha interdependencia entre la fauna y los elementos abióticos del medio en el cual residen y se desenvuelven los individuos de cada especie; por lo tanto, la fauna se considera un componente estructural (Ulloa, 2012, p.67).

1.2.1 VERTEBRADOS

Los vertebrados son aquel grupo de animales caracterizados por poseer: una cuerda dorsal o columna vertebral, formada por vertebras; un sistema nervioso central que está constituido por una médula espinal que en su interior forma el encéfalo; y una faringe unida a las ventanas branquiales (Aritio, 1996, p.14)

Estos animales se clasifican en 5 grupos, los cuales son: mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces (Ceballos, et al, 2018, p.39).



Con respecto a la totalidad de las especies de vertebrados que se albergan en el mundo (aproximadamente 70 mil), alrededor del 10 % se encuentran en México (cerca de 5 mil especies); de las cuales la mayoría son peces (2,692) y aves (1,123-1,150). Así mismo, México se posiciona a nivel mundial; en el segundo lugar en reptiles (804), el tercero en mamíferos (535), y el quinto en anfibios (361) (Llorente y Ocegueda, 2008, pp.296-309).

En el caso del Estado de México, Ceballos, *et al.*, (2009), dentro del estudio de caso del estado, menciona que, es acreedor de una amplia diversidad faunística, en donde se han registrado cerca de 750 especies de vertebrados, de los cuales hay; 25 especies de peces, 51 de anfibios, 93 de reptiles, 490 de aves y 125 de mamíferos.

1.3 MAMÍFEROS

Diversas características, unifican y dan nombre a este grupo de fauna: la principal es por la presencia de glándulas mamarias tanto en hembras como en machos, pero específicamente en las hembras dichas glándulas son las responsables de producir leche para alimentar a sus crías. Desde los equidnas y ornitorrincos que ponen huevos, hasta los conocidos marsupiales, cetáceos y murciélagos, todos los mamíferos cuentan con estas glándulas para amamantar a sus crías, además, cabe resaltar que existen un lazo parental entre madre y cría. También, los mamíferos se distinguen por el desarrollo y especialización de dientes, presencia de pelo (excepto algunos mamíferos marinos), su capacidad de mantener constante la temperatura de su cuerpo, su percepción táctil, la presencia de glándulas sudoríparas que disipan el calor corporal por medio del sudor y por su protección y defensa entre otros factores, que a través del proceso evolutivo han permitido que estos animales tengan una gran capacidad de adaptación



en casi cualquier ecosistema (PROFEPA, 2020; Ceballos, *et al*, 2018 p. 43; Chávez, 2009, pp. 145-152).

En cuanto a otras características destacadas de los mamíferos; el corazón de estos animales presenta cuatro compartimentos que separan la sangre oxigenada de la sangre venosa. La primera viene de los pulmones y va al resto del cuerpo, la segunda viene del cuerpo y va a los pulmones.

Además, de ser capaces de usar de manera muy eficiente la energía para que su cuerpo mantenga una temperatura elevada y constante, gracias a un eficiente metabolismo, grasa corporal y pelaje; que funcionan como aislantes del frío y de calor extremo (CONABIO, 2020).

Las características morfológicas de este grupo de animales consta de gran diversidad debido a que comprende más de 5 mil especies en el mundo, al cual pertenecen los humanos; la especie dentro de este grupo que se distingue por poseer un cerebro sumamente desarrollado.

Los mamíferos, adquirieron sus características morfológicas y comportamientos particulares a través de aproximadamente 200 millones de años de evolución (Pérez, 2021).

1.3.1 IMPORTANCIA DE MAMÍFEROS SILVESTRES

Los mamíferos tienen una alta interrelación al ser animales que forman parte de un ecosistema, como todos los elementos bióticos y abióticos que se relacionan a través de procesos dinámicos.

Todas las especies necesitan de otras, ya sea de flora o fauna, para subsistir y reproducirse, y por otro lado los mamíferos son un factor importante en el equilibrio ecológico de los ecosistemas, puesto a que juegan papeles definitivos tanto en la reproducción forestal, como en la sucesión ecológica.



A continuación, se presentan algunos papeles de suma importancia que cumplen los mamíferos en el ecosistema:

a) Dispersores de semillas

En la mayoría de las especies de plantas, cuando se desprenden las semillas de las plantas madre, se necesita llevar a cabo su dispersión ya sea a distancias cortas o largas, hacia un lugar favorable para la germinación y posteriormente el establecimiento de nuevos individuos. La dispersión de semillas se considera entonces un mecanismo vital para que exista una reproducción y diversidad en todo el nivel trófico autótrofo, por lo que se efectúa de distintas maneras, como: la dispersión por viento, Ectozoocoria, Endozoocoria, Mimecoria e Hidrocoria y estos procesos se llevan a cabo por fauna, viento y agua (Ruiz, 1993, p. 95; Diaz y Ruiz, s.f).

Los mamíferos son importantes dispersores de semillas puesto a que innumerables especies pueden cumplir esta función al transportar las semillas a sitios adecuados de germinación, ya sea por medio de Ectozoocoria y Endozoocoria.

Ectozoocoria: Las semillas se suelen sujetar al pelo, patas y plumas de animales; por medio de protuberancias, ganchos o sustancias pegajosas, o solamente los animales resguardan las semillas en su boca (Ruiz, 1993, p. 45; García, 1991).

Endozoocoria: Se lleva a cabo cuando ciertas especies de mamíferos ingieren las semillas y de manera consecuente las depositan junto con sus excrementos (García, 1991).



Por ejemplo, algunos mamíferos frugívoros comen grandes cantidades de fruta con todo y semillas, de las cuales el 60% de las semillas que son tragadas son capaces de germinar después de pasar por el sistema digestivo (García, 1991).

En algunos casos, ciertos consumidores poseen características dentarias específicas que son capaces de romper las semillas más duras, así siendo más fácil de germinar a la hora que son depositadas al suelo, en este caso las semillas de frutas inmaduras que son tragadas por los mamíferos, el 97% son capaces de germinar (Ruiz, 1993, p.46).

b) Controladores de poblaciones

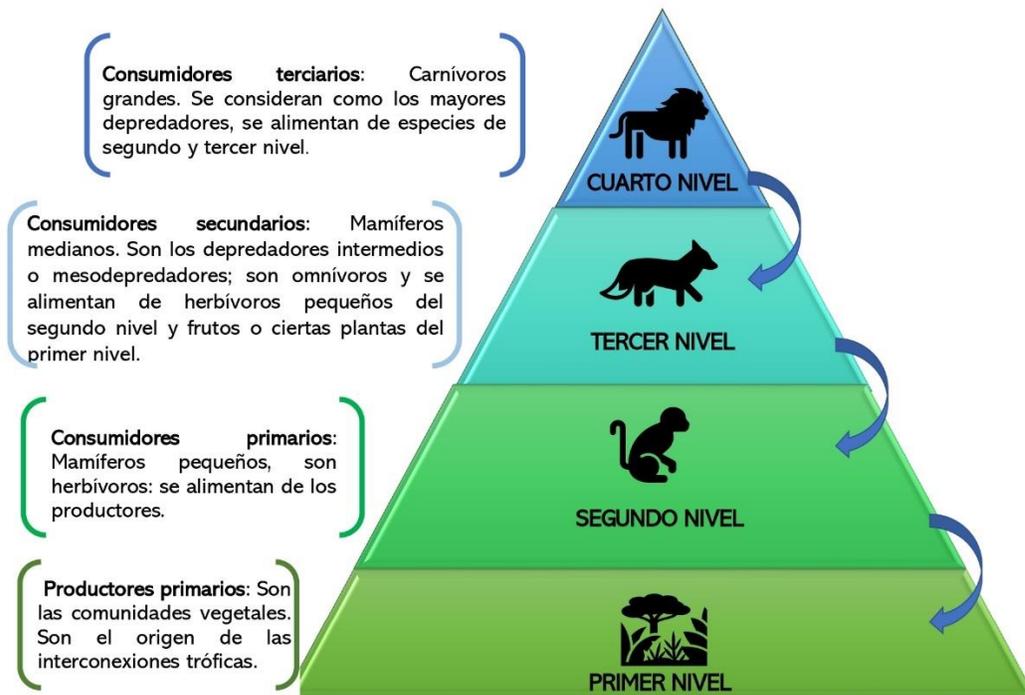
Todo ecosistema coexiste en un delicado equilibrio; por lo que las poblaciones deben ser estables para que el ecosistema también lo sea, cuando se presenta un aceleramiento en el crecimiento exponencial dentro una población, se supera la capacidad de carga tanto de la población como del ecosistema; ocasionando una sobrepoblación y, por consiguiente; falta de recursos naturales y/o un cambio perjudicial en el hábitat. Mientras tanto, para que una población sea estable intervienen muchos factores; de los cuales se resalta la importancia de la interconexión de las relaciones alimentarias entre las especies, en donde todas son incluidas y se ubican en algún nivel de la pirámide trófica, dicho de otra manera, cada especie ocupa un lugar importante dentro de la estructura, logrando contribuir al equilibrio y control demográfico de las poblaciones de las especies que son consumidas (Montova, 2001; Atilio, 2020, pp. 5-11).

Los mamíferos funcionan como importantes controladores de poblaciones al formar parte fundamental en todos los niveles de la pirámide trófica, por medio de un sinnúmero de interacciones alimentarias entre distintas especies,



encontrándose como depredadores y/o presas (ver diagrama 1.1) (S Di Bitetti, 2008, p. 34).

Diagrama 1.1. Pirámide Trófica en mamíferos



Fuente: Elaboración propia con base en Ceballos y Oliva, (2005); Ceballos *et al.*, (2018).

- **Primer nivel:** Incluye hierbas, plantas, frutos, etc.
- **Segundo nivel:** En este nivel se encuentran las siguientes órdenes de mamíferos: Roedores, musarañas, liebres, conejos, marsupiales, venados, Primates, Armadillos, entre otros.
- **Tercer nivel:** Este nivel incluye carnívoros medianos.
- **Cuarto nivel:** Incluye carnívoros grandes.

c) Polinizadores

Muchas especies de vertebrados e invertebrados pequeños funcionan como polinizadoras, ya que estas especies son encargadas de que las plantas en flor produzcan semillas y/o frutas, a través de la transportación de polen

desde los sacos polínicos de las anteras de una flor hasta el estigma de otras plantas de flor para que sea posible la reproducción (polinización). Las especies polinizadoras se consideran de gran importancia vital en los ecosistemas, por su contribución contribuyendo a la estructura y función de los ecosistemas; ya que son factores imprescindibles para la reproducción, crecimiento poblacional y renovación de muchas especies de plantas. Cabe mencionar, que la mayoría de las especies de plantas y árboles son polinizados por insectos, y una pequeña proporción por aves y por mamíferos pequeños, como lo son los murciélagos (Ruiz, 1993, p.44; FAO, 2020 SADER, 2020).

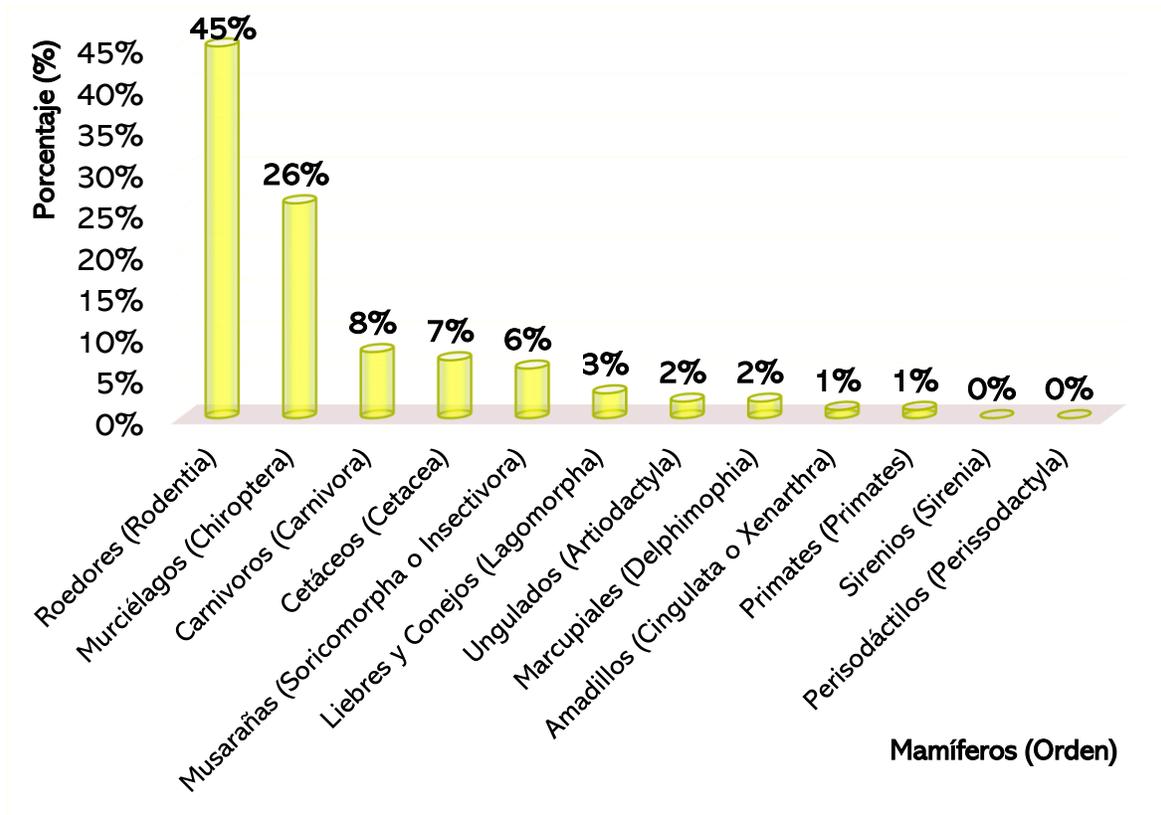
Los murciélagos son el ejemplo más claro de los mamíferos que fungen este papel vital, en especial las especies nectarívoras; las cuales se alimentan del néctar y polen que producen algunas flores, utilizando su hocico largo y su lengua llena de papilas, causando, que los granos de polen se adhieran a la cabeza y/o pelaje, posteriormente, cuando va a alimentarse de otras flores en ellas se desprende el polen que se quedó impregnado, ayudando al proceso de la reproducción de las plantas (CONANP, 2019; Escalona & Vargas, 2013, pp. 6-13).

1.3.2 MAMÍFEROS SILVESTRES EN MÉXICO

México, al ser un país megadiverso, se vincula con los países con mayor número de especies de mamíferos silvestres posicionándose en el 3er lugar a nivel internacional, es un aspecto icónico, ya que el territorio nacional alberga el 11% de las especies de mamíferos registradas en el mundo. El país cuenta con más de 550 especies, de 12 órdenes; de las cuales 160 son endémicas (30%); resaltando los roedores y murciélagos (Ver Gráfica 1.2) (PROFEPA, 2020; Ceballos, *et al.*, 2018; Ceballos y Oliva, 2005, pp.23-27).



Gráfica 1.2. Porcentaje de mamíferos en México



Fuente: Elaboración propia con base en Ceballos & Oliva (2005).

Un factor contundente en cuanto a la riqueza de mamíferos terrestres en México es la alta heterogeneidad ambiental desde todos los factores y su interacción. Además, el país consta de dos planicies costeras y una gran geomorfología accidentada que favorecen la existencia de distintos biomas y patrones climáticos. Por consiguiente, la mayoría de las especies se concentran en las zonas templadas, cálido-secas, cálido-húmedas, elevaciones semiáridas meridionales y desiertos en el norte del país. En el caso de los mamíferos registrados en México, la mayor parte son pequeños, puesto a que muchas especies son menores a los 5 kg, como: roedores, murciélagos y algunos carnívoros. Habría que decir también, que el 45% de los mamíferos corresponde a roedores y el 86% a murciélagos, carnívoros y cetáceos (Ceballos y Oliva, 2005, pp. 40-43).

A causa de las regiones biogeográficas: Neártica y Neotropical, la fauna que se registra en el país es conformada por especies combinadas con características de ambas regiones (30%), o meramente de origen tropical (13%) o boreal (28%). No obstante, hay poca o hasta nula presencia de algunas ordenes características de ambas regiones (Sánchez-Cordero, *et al.*, 2014, p. 497; Ceballos y Oliva, 2005, p. 37; Ceballos *et al.*, 2009).

1.3.3 MAMÍFEROS EN EL ESTADO DE MÉXICO

En el caso del estado mexiquense, es un importante poseedor de especies de mamíferos silvestres en el país, puesto que alberga 125 especies de ocho órdenes, que equivale a 23% de las especies de mamíferos silvestres registrados a nivel nacional.

El mayor número de especies de mamíferos registradas en la entidad según el orden (Ver Cuadro 1.2) son; roedores (42 especies), murciélagos (48 especies) y carnívoros presentándose en una menor cantidad (18 especies); de los cuales 33 especies son endémicas del país (Chávez, *et al.*, 2009; Ceballos, *et al.*, 2018, p.43).

El mamífero más grande registrado recientemente en la entidad es el jaguar recalcando que; es una especie sumamente relevante debido a la importancia que este animal tiene a nivel ecosistémico y un gran valor intangible a nivel nacional y continental, por ser el felino más grande y poderoso de América, además de ser un símbolo con gran misticismo en muchas culturas del sur de México y de América Central (Ceballos, *et al.*, 2018, p.62).



Cuadro 1.2. Mamíferos registrados en el Estado de México

Orden de Mamíferos	No. de especies registradas en el Estado de México
Murciélagos (Orden <i>Chiroptera</i>)	48
Roedores (Orden <i>Rodentia</i>)	42
Carnívoros (Orden <i>Carnivora</i>)	18
Liebres y Conejos (Orden <i>Lagomorfos</i>)	6
Musarañas (Orden <i>Soricomorpha</i>)	6
Ungulados (Orden <i>Artiodactyla</i>)	2
Marsupiales (Orden <i>Delphimorphia</i>)	2
Armadillos (Orden <i>Cingulata</i>)	1

Fuente: Elaboración propia con base en Chávez *et al.* (2009) y Ceballos *et al.* (2018).

1.4 ENFOQUE RELACIÓN HUMANO-NATURALEZA

El estudio de la relación humano-naturaleza, es muy complejo, ya que distintas disciplinas la estudian desde su grado de especialización. El humano se relaciona con la naturaleza al tener una absoluta dependencia de ella para sobrevivir. Hipócrates señalaba la relación de factores y condiciones ambientales, tales como condiciones atmosféricas, alimento, agua, etc., en la conducta o el sentir de las personas (Lemkow, 2002, p.21).

Desde otro punto de vista, el autor Lemkow (2002), señala que el determinismo geográfico explica que la relación entre humano y naturaleza; se remonta desde el constante cuestionamiento que ha tenido el hombre sobre la incógnita que envuelve el planeta, dado a la influencia que tiene el entorno físico, dado que, es determinante y significativo en las actividades humanas, características culturales y en las organizaciones; tanto social, como económica y política, es decir la humanidad es moldeada de acuerdo a su contexto ambiental (p.22).

El autor Medina (2006), señala que el sinfín de culturas que se han desarrollado en todo el mundo, han sido resultado de la interacción del humano con el entorno, como las anteriores civilizaciones, que creaban alguna deidad hacia la naturaleza.

Como, por ejemplo, la compleja y diversa pluriculturalidad de México, se remonta a la evolución de culturas primitivas a complejas sociedades de Mesoamérica, y en gran parte se debe por la estrecha relación hacia la naturaleza:

- A través de determinada cosmovisión, mitología, simbolismo y religión, que sentían los primeros cazadores-recolectores hacia la flora, fauna, lluvia, sol, etc.
- A través de flora y fauna, como fuente de comercio, alimento y medicina.

Pero, según Enrique Leff (2004), con la conquista española, emigra nueva gente; incluyendo gente de clase alta y esclavos, originando una mezcla biológica y cultural con pueblos diferentes; dando como resultado culturas nuevas, dicha mezcla es llamada: mestizaje. El mestizaje consigo creó nuevos lenguajes y genes a través de la relación con la naturaleza, es decir de la apropiación misma.



Al pasar de los años, y con la evolución de las sociedades que se encuentran en un constante cambio, se origina el descubrimiento de una racionalidad de la modernidad que va en torno a un conocimiento desnaturalizado, con la creación innovaciones científicas, tecnológicas e industriales, que influyen en una fragmentación del origen y la composición de las culturas a través de una voluntad eco-destructiva y crea un mundo insustentable, es decir crea una crisis ambiental (Leff, 2004, p.36).

Leff (2004), insiste que el núcleo económico, como uno de los factores que originan la crisis ambiental, puesto a que señala a la economía como desnaturalizada con ausencia de valor de vida, que solo ve a la naturaleza como proveedora de los llamados recursos naturales como insumos, para fines de producción para intereses humanos. Y causa un gran desconocimiento de la naturaleza de parte del hombre con ciertas influencias capitalistas, lo ocasiona una degradación ecológica que es causante de una escasez global no propiamente natural, pero si atribuida por la economía global.

Como se ha analizado; la relación humano-naturaleza ha ido evolucionando significativamente con los años y ha tenido parteaguas complejos que se consideran definitivos e importantes, como lo es la intervención del humano en todos los procesos ecológicos, para la domesticación y explotación de la naturaleza, para satisfacer las necesidades básicas y las creadas; que consisten en obtener el bienestar humano, el cual es manejado mayormente por la economía, motivando una sociedad capitalista.

Ahora bien, las sociedades son muy fáciles de corromper, debido a que no existe una identidad sólida, ni mucho menos una ética ambiental empática, que muestre valores y respeto hacia nuestro entorno natural.

1.4.1 AMENAZAS Y CONSERVACIÓN A LA FAUNA SILVESTRE

La fauna era concebida como un recurso natural inagotable, por lo que no se tenía noción causal de su explotación irracional para fines alimenticios y económicos, o de la destrucción insensata de sus hábitats por el cambio de uso de suelo para fines agrícolas o urbanos; ocasionando la disminución de poblaciones hasta la extinción de muchas especies (Gallina y López, 2011).

La autora Rachel Carson, hace énfasis en que el hombre se ha creado una ambiciosa meta, que sin lugar a duda ha ido tomando forma, como lo es la conquista de la naturaleza, en donde la ha tratado de manejar domesticándola, lo que ocasiona la pérdida de biodiversidad, provocando una acelerada extinción (Carson, 1962, p. 24).

Ahora bien, la extinción se refiere a la desaparición total de una especie, pero habría que decir que este es un proceso natural que se espera que ocurra en determinados tiempos geológicos y situaciones ecológicas, sin intervención de las actividades antropogénicas. No obstante, en los últimos años el ritmo ha cambiado rápida y paulatinamente, ocasionando, una escalonada lista de consecuencias negativas para la biodiversidad, puesto a que; la disminución de poblaciones de fauna silvestre causa un desequilibrio ecosistémico. Las especies más afectadas son; los grandes y medianos vertebrados, puesto a que estudios arrojan que desde 1550 hasta la actualidad se han extinto 338 especies y 279 se han catalogado como probablemente extintos; en las condiciones previas a la aparición de los



humanos, sólo se hubieran extinguido nueve especies en el mismo lapso (Duhne, 2021, pp.6-7).

Amenazas a la Fauna Silvestre

La reducción considerable de muchas especies de fauna silvestre es la causa de la mayoría de las actividades antropogénicas que han tenido un gran impacto en la biodiversidad:

a) Fragmentación de hábitat

La fragmentación de un hábitat es aquel fenómeno que explica la segmentación en porciones de un área originalmente continua, está naturalmente presente en la mayoría de los ecosistemas, pero ha sido últimamente más relevante e intenso debido a la causa de actividades antropogénicas. Y al cambiar las condiciones físicas originales del hábitat, altera significativamente las interacciones ecológicas de los ecosistemas, en donde están inmersas ciertas especies de fauna silvestre. El ejemplo más claro es el cambio de uso de suelo forestal a usos: agrícolas, urbanos o infraestructuras de vías de comunicación (Nuñez y Tapía, 2019).

b) Tráfico ilegal de animales silvestres

Se refiere a toda actividad ilícita de extracción irracional de la fauna silvestre como: comercio ilegal, caza furtiva, contrabando, captura o recolección de especies en peligro de extinción, dichas actividades están movilizadas a través de redes de organización y varían dependiendo los países, en vista de que pueden actuar como consumidores de tránsito y de origen (WWF, 2012).

El comercio no legal puede generar altas ganancias, y la mayoría de las sanciones a pagar son de un costo muy bajo, por lo que no hay falta de valor ambiental. Las fuentes de demanda de mercado son impulsadas por



diferentes valores sociales y culturales, principalmente tanto la flora como la fauna silvestre se comercializan como dos tipos de productos o bienes: productos medicinales y bienes de consumo. El primero habla del valor medicinal que se le atribuye a una especie y el segundo de simple moda (WWF, 2012).

c) Contaminación de suelo y agua

La disponibilidad del agua y el estado del suelo son factores estratégicos que sustentan la vida en el planeta, y gracias a ellos todo ecosistema existe y funciona de diferente manera, es decir, ciertas características del ecosistema van a depender del suelo y el agua, sin embargo, dicha dependencia está siendo afectada por contaminación; producto de actividades antropogénicas como: la agricultura, industria, zonas urbanas, minería, usos energéticos, etc.

La contaminación se refiere a la presencia de microorganismos, sustancias, energías, etc., no propios de la composición, ya sea del agua, del suelo, o aire, lo que ocasiona una significativa alteración, que puede afectar de manera directa o indirecta a la flora, fauna y a los humanos. Por ende, se genera alteraciones importantes el ecosistema.

Las principales causas de la contaminación se dividen en tres clases:

- Contaminación Biológica: Se refiere a la presencia de un microorganismo en un sustrato al que no pertenece, o que se encuentra en excedente. Comúnmente es debido a desechos orgánicos en el agua provenientes de materia fecal (problemas en servicios de saneamiento) (Albert, 1965, p. 46; Sepúlveda, 1999, p. 50).



- Contaminación Física: Existencia excedente de alguna forma de energía; emitida por una fuente fija o se pueden encontrar en el aire contaminado. Causada normalmente por calor, ruido, radiaciones ionizantes, etc. (Albert, 1965).
- Contaminación Química: Presencia de agentes químicos, generalmente no biodegradables no propios de la composición; producto de fuentes domésticas, residuos industriales, minería, uso de plaguicidas y fertilizantes, desechos ganaderos, irrigación con agua de baja calidad o con aguas residuales no tratadas, mal manejo de desechos sólidos o deficiencias en rellenos sanitarios, lluvia acida etc. (Albert, 1965, p. 46; Sepúlveda, 1999, p.50).

d) Especies Exóticas

Las especies exóticas son organismos y/o microorganismos introducidos y establecidos en un hábitat completamente diferente al suyo, es decir, no pertenecen al entorno, donde fueron introducidas. Dichas especies son alarmantes ya que se pueden adaptar fácilmente en poco tiempo, por lo que ocasionan efectos devastadores para las especies de flora y la fauna propia de un ecosistema, causando considerable disminución de poblaciones de especies hasta la extinción. Las principales causas de introducción de especies exóticas de manera directa son: piscicultura, comercio de mascotas, horticultura o control de poblaciones, y por otro lado de manera indirecta son: transportes marítimos y/o terrestre, investigación científica y viajes (CDB, 2020).



Conservación de la Fauna Silvestre

Entonces, la conservación de la biodiversidad en general requiere ser tomada en cuenta como prioritaria desde el gobierno y ciertas agencias que se encargan de la gestión de políticas públicas, hasta cada individuo que se beneficia de los recursos naturales (CONABIO, 2006).

La acción de conservar la fauna silvestre es un tema muy complejo, que requiere de muchos factores para su gestión y acción, por lo que la WWF (2018), menciona que se deben contemplar estrategias necesarias que se deben implementar:

1. Conservación *in situ*

En este caso se toma en cuenta la preservación de los ecosistemas desde su medio natural, respetando su composición, estructura y función, y la preservación de las especies desde su hábitat, respetando su relación con el medio natural (Brailovsky, 2018, p. 82; WWF, 2018).

2. Conservación *ex situ*

Conservación de organismos fuera de su medio natural. Se lleva a cabo en establecimientos o instalaciones, como zoológicos, acuarios, centros de reproducción o cría en cautiverio, etc. En el caso de algunos zoológicos, centros de reproducción, los animales que son criados en cautiverio y en caso de ser decomisados por tráfico ilegal; son preparados para introducirlos a sus hábitats naturales (Brailovsky, 2018, p. 81; WWF, 2018).

3. Educación ambiental

Es indispensable la transmisión de conocimientos a la sociedad a través del aprendizaje, con fines de sensibilizar a la sociedad para que exista



concientización y valoración, y así poder incidir en acciones y conductas hacia la naturaleza (WWF, 2018).

4. Fortalecimiento institucional para las áreas protegidas

Se necesita de personal capacitado o con formación en áreas afines de instituciones públicas y privadas, a nivel nacional, estatal y local (WWF, 2018).

5. Planificación participativa

Fortalecimiento de la relación humano-naturaleza, meramente local, es decir, debe existir participación pública en; la toma de decisiones, actualización de proyectos, actividades, políticas y regulación susceptible de generar impactos ambientales (WWF, 2018).

Manejo Sustentable de la Fauna Silvestre

Desde otro punto de vista, se concibe a la conservación de la fauna silvestre dentro de un manejo sustentable, pero cabe mencionar que dicho manejo no solo concibe la conservación, sino que comprende la explotación y el aprovechamiento racional. Es decir, que puede ser explotada económicamente de forma racional, sin dejar de lado la planeación para hacerlo por medio de ciertas estrategias y bajo una gobernanza y gestión adecuadas, sin tener repercusiones significativas a las poblaciones de especies. Dichas estrategias van en torno a tres valores; valor estético, económico, comercial y cinegético. El primer valor se refiere a los animales sólo como parte del paisaje, el segundo señala a la fauna nociva como factor de pérdida económica, el tercero va encaminado a la venta de especies silvestres con en base a planes de manejo congruentes con las poblaciones, y por último el cuarto a tomar en cuenta la cacería legal y remunerativa para pobladores aledaños y campesinos (Gallina y López, 2011, pp. 2-4).



Acontecimientos Importantes para la Protección de la Biodiversidad a Nivel Mundial

La gestión de la conservación de la naturaleza es un tema obligatorio para tratar en todos los problemas globales, en vista de que diversos problemas ambientales se desencadenan, otros más que suelen afectar a las poblaciones de países enteros. Por lo que a lo largo de la historia en temas de cuidado del medio ambiente y puntualmente de la conservación de la biodiversidad; se han creado instituciones u organizaciones con el fin de crear o gestionar estrategias con el objetivo de salvaguardar la humanidad, a través de conferencias u otras actividades:

- Inicialmente, en el año de 1948 se creó la primera unión medioambiental mundial: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), creada en la ciudad francesa de Fontainebleau, en donde reunió a gobiernos y organizaciones de la sociedad civil con un objetivo común: proteger la naturaleza. Dicha unión estaba encaminada a fomentar la cooperación internacional y proveer conocimientos científicos y herramientas para gestionar ciertas acciones de conservación.

En 1964, creó la Lista Roja de Especies Amenazadas; que permite a los tomadores de decisiones considerar las mejores opciones para la conservación de las especies.

Asimismo, la UICN desempeñó un papel fundamental en la elaboración de importantes convenciones internacionales, como la Convención de Ramsar sobre los Humedales (1971), la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (1972), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (1974) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992).



En 1980, la UICN, en asociación con el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), publicó la Estrategia Mundial para la Conservación, un documento pionero que marcó un parteaguas importante, ayudando a definir el concepto de “desarrollo sostenible” y moldeando la agenda global de conservación y desarrollo sostenible (UICN, 2021).

- Para el año de 1961 en Suiza se creó, el Fondo Mundial para la Naturaleza, la cual es una organización que promueve la protección y manejo sustentable de diversos lugares naturales biológicamente más importantes de la tierra, a través de un enfoque científico con diferentes sectores: gubernamental, empresarial y social. El fondo señala que la conservación de la vida silvestre es uno de los temas más importantes y es clave en su misión de salvaguardar la naturaleza, por lo que han realizado distintos proyectos de recuperación de la vida silvestre (WWF, 2021).
- Posteriormente en el año de 1968, la ONU (Organización de las Naciones Unidas), convoca a una conferencia para tratar problemas de medio ambiente, la cual fue celebrada hasta el año 1972 en Estocolmo y en donde también fue creado el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Dicha conferencia señala un medio ambiente sano como derecho del ser humano en donde tenga mejor calidad de vida y bienestar, pero también hace hincapié que es él, quien tiene que preservar y administrar los recursos bióticos y abióticos desde el punto de vista del desarrollo económico y social, en donde se adentren las políticas ambientales en todos los Estados. En el principio señala la importancia del cuidado de flora y fauna: “*Los recursos naturales de la Tierra,*



incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga” (ONU, 1973).

- El año de 1984 se reunió la comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la cual hace un llamado a la ONU para establecer una agenda global para el cambio y 3 años después de audiencias públicas en 1987, se publicó el informe Brundtland o también llamado “Our Common Future”; este se presenta con el objetivo de hacer un llamado de atención a la sociedad, debido a la destrucción del medio ambiente del que subsistimos. Dicho informe toca ocho puntos en donde también hace hincapié en la importancia de las especies y los ecosistemas, además de que hace un llamado a los estados para dar prioridad dentro de su política a las especies en peligro de extinción (ONU, 1987).
- El parteaguas más importante de toda la conservación ambiental fue la Cumbre de Río de Janeiro en 1992. Una conferencia en donde 172 gobiernos se reunieron para establecer una nueva alianza mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre Estados, para proteger la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial.

Los estados reunidos aprobaron; tres acuerdos; el programa 21, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y una Declaración de principios relativos a los bosques, y firmaron dos instrumentos jurídicos obligatorios: la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. El Convenio sobre la Diversidad



Biológica, contiene 42 artículos en materia de la conservación de la biodiversidad y estrategias, que se tienen que tomar en cuenta en proyectos destinados a salvaguardar la diversidad biológica, dichos artículos deben ser seguidos por los gobiernos de los Estados participantes (ONU, 1997).

Como resumen, se señaló que la conservación de la fauna silvestre va encaminada a la relación entre conservación, manejo y aprovechamiento sustentable. En otras palabras; las personas, organizaciones, gobierno, etc., deben buscar como prioridad beneficios en ambas partes; tanto en la flora y fauna, pero también en las comunidades que subsisten de ellas, directa o indirectamente. Por lo que es preciso mencionar que para que todo sistema funcione correctamente se necesita de un delicado y congruente equilibrio.

1.4.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) han sido creadas como una de las principales estrategias empleadas en el ámbito global para la conservación de los ecosistemas naturales y sus especies.

La concepción de ANP ha ido evolucionando, ya que en la mayoría de las ocasiones son definidas por legislaciones ambientales u organizaciones ambientalistas no gubernamentales.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2008), define como Áreas Protegidas a “Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”.



La UICN (2008), explica a más detalle que las ANP; son aquellas áreas definidas con límites demarcados o acordados, que incluyen uno o varios ecosistemas que no han sido alteradas de manera significativa por el ser humano y son destinadas a acciones de manejo, protección, conservación (mantenimiento in situ de los ecosistemas y hábitats naturales y seminaturales y de poblaciones viables de especies en su entorno natural) y restauración, gestionadas a una visión de compromiso de conservación a largo plazo con un determinado nivel de eficacia. Y son manejadas por determinadas formas de gobernanza dependiendo el lugar y la categoría del área, al mismo tiempo, tienen que ser reconocidas por medio de instrumentos legales como; convenios, leyes, acuerdos y/o planes.

A nivel nacional, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente (LGEEPA); define a las ANP como: *“zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido modificados o alterados de manera significativa por la actividad del ser humano, o que en sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas...”* (LGEEPA, 2018).

Y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), (2015) como la comisión encargada de las ANP en el país las define como: porciones terrestres o acuáticas representativas de los diversos ecosistemas de un país o de una región en donde el ambiente original, por lo general, no ha sido alterado de manera significativa.

Actualmente, su importancia se reconoce no sólo como medio para la conservación de los ecosistemas y de las especies que los habitan, sino también como elemento fundamental para conseguir la continuidad en la



provisión de servicios ambientales importantes para el desarrollo social y económico de las comunidades y de los países.

1.4.2.1 OBJETIVOS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN MÉXICO

La LGEEPA (2021) dentro del artículo 45, señala siete objetivos (Ver Cuadro 1.3) con los que deben cumplir las áreas denominadas como ANP en México, dichos objetivos mencionan las distintas finalidades y propósitos que se deben de ejecutar para sumar a la conservación de la diversidad biológica en el país, adecuándose al área de acuerdo con su entorno desde todos sus factores (naturales, económicos, sociales, culturales, etc.).

Cuadro 1.3. Objetivos de Áreas Naturales Protegidas en México

No.	Objetivos
I	Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.
II	Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.
III	Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones.

IV	Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.
V	Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional.
VI	Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico en cuencas, así como las demás que tiendan a la protección de elementos circundantes con los que se relacione ecológicamente el área.
VII	Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas.

Fuente: Elaboración propia con base en LGEEPA (2020).

1.4.2.2 ANTECEDENTES

1.4.2.2.1 ANTECEDENTES DE LAS ANP EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

En las sociedades antepasadas no se tenía noción del impacto que tenía el ser humano hacia el medio ambiente, ya que las consecuencias no eran tan notables, por lo que indirectamente lo más cercano en materia de la conservación ambiental, eran los jardines ornamentales, jardines botánicos y parques zoológicos, los cuales tenían un significado sumamente diferente a la conservación de la biodiversidad. Siglos después, en torno a criterios paisajísticos y monumentales; se comenzaron a establecer reservas



forestales que dieron lugar a los primeros parques nacionales, sin tomar en cuenta el carácter ecológico (Brailovsky, 2018, p.80).

No fue hasta el año 1872, que el gobierno de los Estados Unidos de América decretó el Parque Nacional de Yellowstone, la primer ANP del mundo. En particular, es un vasto bosque natural de casi 9,000 km² que se extiende por los estados de Wyoming (96% de la superficie), Montana (3%) e Idaho (1%). En él se pueden observar más de la mitad de los fenómenos geotérmicos que se dan en el planeta, con unos 10,000 ejemplos diferentes. También posee más de 300 géiseres, esto es, unos dos tercios de todos los existentes en el planeta. Además, el parque es famoso por su fauna salvaje de osos grizzli, lobos, bisontes y wapitíes (Secretaría del Medio Ambiente, 2006, diapositiva 5; UNESCO, 2020).

Posteriormente, con el paulatino despertar de la conciencia ambiental y en respuesta activa contra los procesos de deterioro ambiental que se dispararon con el devenir de la revolución industrial y la era moderna, se fueron realizando diversas acciones internacionales encaminadas para la protección y uso adecuado de los espacios naturales alrededor del mundo (Monroy, 2021).

Para el año 2014, se tenían registradas 209,429 áreas protegidas en el mundo, que abarcaban una superficie total de poco más de 32.8 millones de kilómetros cuadrados (20.6 millones de km² de ecosistemas terrestres y de aguas continentales y aproximadamente de 12 millones en zonas marinas), lo que representaba alrededor del 15.4% de la superficie terrestre global y cerca del 3.4% de los océanos. En la porción terrestre, América Central y América del Sur son las regiones que poseen una mayor superficie relativa cubierta por áreas protegidas, con el 28.2 y 25%, respectivamente. En el



ambiente marino, las regiones con las mayores proporciones relativas protegidas son los países de los Océanos del Sur (17.7%), Oceanía (15.6%) y América del Norte (6.9%) (SEMARNAT, 2016).

1.4.2.2 ANTECEDENTES DE LAS ANP EN MÉXICO

Para el caso de las ANP en México, según Melo (2002), se remonta a la época prehispánica, donde surgió como producto del nivel cultural de nuestros ancestros prehispánicos, que insertos en una exuberante naturaleza se relacionaron con su entorno, mostrando siempre gran respeto hacia ella y un profundo conocimiento sobre la importancia de su conservación, virtudes estrechamente asociadas con el racional empleo de los recursos.

Por ejemplo, los mayas, incluían dentro de sus sistemas de producción la protección estricta de ciertas zonas y periodos de descanso para áreas explotadas. En el siglo XV, Netzahualcóyotl reforestó áreas cercanas al Valle de México y, durante el siglo XVI, el emperador Moctezuma II fundó algunos parques zoológicos y jardines botánicos (Secretaría del Medio Ambiente, 2006, diapositiva 6).

La primer Área Protegida en México, fue la zona boscosa del Desierto de los Leones, decretada en 1876 cuando el presidente Lerdo de Tejada dispuso expropiar, por causa de utilidad pública la zona, por la importancia de sus manantiales para el abastecimiento de agua para la Ciudad de México. En 1917, esta misma se decretó como el primer Parque Nacional al considerar adicionalmente la belleza natural de sus paisajes y la posibilidad de hacerla un centro de recreo (Secretaría del Medio Ambiente, 2006, diapositiva 7).

La segunda ANP con decreto fue el "Bosque Nacional El Chico, Hidalgo" por el presidente Porfirio Díaz en 1898, para su protección y conservación, pero



no fue hasta 1982 cuando se decretó Parque Nacional, con una superficie de 2, 739 ha. Bajo la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940), se dio un gran impulso a la creación de parques y reservas. En total se implementaron 82 áreas entre parques nacionales y reservas forestales (Gob. Edo. Hgo., 2006 citado en Secretaria del Medio Ambiente, 2006, diapositiva 8).

De 1940 a mediados de los setentas el crecimiento en número y superficie de las áreas protegidas fue mínimo, quedando su administración a cargo de la extinta Secretaría de Agricultura y Ganadería, bajo el mando y control de una jefatura de Departamento. Durante este periodo la Ley Forestal sufrió múltiples modificaciones orientadas a la protección de la fauna silvestre y el control de la explotación forestal. Entre 1976 y 1982 se decretaron 8 parques nacionales y 17 zonas protectoras y refugios de fauna, entre las que destacan Montes Azules (Chiapas) establecida en 1978, La Michilía y Mapimí (Durango) (Secretaria del Medio Ambiente, 2006, diapositiva 9).

Durante los últimos años se ha realizado un esfuerzo significativo para incrementar el número de áreas protegidas. En 1997 existían 130 ANP federales con una superficie total de alrededor de 19.8 millones de hectáreas, es decir, 10.1% de la superficie nacional (Secretaria del Medio Ambiente, 2006, diapositiva 10).

Actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90,830,963 hectáreas y apoya 363 Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, con una superficie de 596,867.34 hectáreas. De la superficie total de Áreas Naturales Protegidas, 21,372,350 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 10.88% de la superficie terrestre nacional. En lo que respecta a superficie



marina se protegen 69,458,613 hectáreas, lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina del territorio nacional (CONANP, 2020)

1.4.2.2.3 ANTECEDENTES EN EL ESTADO DE MÉXICO

En cuanto a los antecedentes de la creación de ANP dentro del Estado de México, no se tiene información exacta, sin embargo, con base en el Prontuario de Áreas Naturales Protegidas del Estado de México, se percató que la gestión de ANP en el Estado de México, comenzó con la creación de nueve parques nacionales, que fueron decretados del año 1935 a 1940, bajo el mandato del presidente constitucional Lázaro Cárdenas, a excepción del último parque nacional decretado en el Estado en el año 1942; siendo presidente constitucional Manuel Ávila Camacho. Dichos parques fueron creados por su vasta naturaleza y gran belleza escénica, con el objetivo de proteger cuencas hidrológicas a modo de asegurar la captación, flujo y calidad del agua; el cuidado, protección y manejo de especies de flora y fauna silvestres. De los nueve parques nacionales decretados, siete fueron establecidos en zonas con amplia naturaleza, próximas al Distrito Federal (ahora Ciudad de México), la más importante zona metropolitana del país (CEPANAF, 2020).

Como indicio, el primer parque nacional decretado fue el parque Iztaccíhuatl y Popocatepetl, en el año 1935, señalando la majestuosa belleza escénica, además de que representa un papel importante en el recurso agua; considerando la importancia de las montañas como formadoras de parteaguas de cuencas hidrográficas y como zona de recarga (Gaceta de Gobierno, 1936).

A partir de los datos reflejados por CEPANAF (2020), es preciso señalar que la creación de ANP de carácter Estatal se remonta en el año de 1975, con



el decreto del primer parque estatal denominado Lic. Isidro Fabela, ubicado en el municipio de Jocotitlán, siendo gobernador el profesor Carlos Hank González, y como último decreto se registra en el año 2014 el parque estatal denominado “Tlatucapa”, ubicado en el municipio de Ocuilan, sumando hasta este año un total de 80 parques estatales. Durante la creación de cada parque estatal, se fueron designando diferentes nombres en cuanto a la categoría, dependiendo de los objetivos de los parques, como; “Parque Natural de Recreación”, “Parque Natural”, “Parque Estatal de Recreación Popular”, “Parque ecológico, turístico y recreativo” y el más reciente “Santuario del Agua”.

Por otra parte, en el año 2008, por medio del Código para la Biodiversidad del Estado de México, la legislación del Estado de México define puntualmente a las Áreas Naturales Protegidas dentro del Estado como: *“Las zonas del territorio del Estado de México en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana y que requieran ser restaurados o preservados para salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento racional de los elementos y recursos naturales mejorando la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores...”* (Código para la Biodiversidad del Estado de México, 2008).

La creación y sobre todo un buen manejo de Áreas Naturales Protegidas dentro del Estado de México no solo son clave fundamental como estrategia para la conservación de la biodiversidad, sino que además benefician a poblaciones aledañas, puesto a que se sustentan de los recursos que brinda la zona. Por lo que es importante tomar en cuenta al factor social para actuar en conjunto; para asegurar así un buen futuro a las generaciones futuras y una buena salud ecosistémica.



1.4.2.3 CATEGORÍAS DE LAS ANP EN MÉXICO

La LGEEPA adjunta 9 categorías que clasifican a las Áreas Naturales Protegidas en México (Ver cuadro 1.4) las cuales son utilizadas para catalogar y definir a un ANP, estas dependen de ciertas características de cada área; tanto físicas como biológicas, incluyendo sociales y hasta culturales, entre otras características.

Es importante recalcar que cada una de estas categorías, están en función de su aporte a la conservación de la biodiversidad de nuestro país, ya que de acuerdo con la categoría puede diferir la administración, conservación, aprovechamiento, etc., en general el manejo de cada ANP.

Cuadro 1.4. Categorías de Áreas Naturales Protegidas en México

Categoría	Características	Admón.
Reservas de la Biosfera (Art. 48)	Estas ANP constituyen ecosistemas relevantes y representativos a nivel nacional, que no estén alterados de manera significativa, además de que incluyan especies representativas y de gran importancia en la biodiversidad nacional.	Federal
Parques Nacionales (Art. 50)	Son conformados por dichas zonas que se distinguen por belleza escénica a nivel nacional, además de que representan gran importancia por la existencia de flora y fauna, incluyendo, su valor científico, educativo, histórico, de recreo y turístico.	Federal
Monumentos Nacionales (Art. 52)	Se establecen en áreas con ciertos elementos naturales peculiares por su carácter único o excepcional, que signifiquen por interés estético, valor histórico o científico.	Federal



Áreas de Protección de Recursos Naturales (Art. 53)	Áreas destinadas a la preservación, protección y aprovechamiento sustentable; de los elementos y recursos naturales, que se encuentran en áreas forestales preferentemente.	Federal
Áreas de Protección de Flora y Fauna (Art. 54)	Estas ANP las constituyen zonas con hábitat de cuto equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. Y se constituyen conforme a la Ley General de Vida Silvestre, Ley de peca y demás afines.	Federal
Santuarios (Art. 55)	Están establecidos en zonas con gran riqueza tanto de flora como de fauna o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida, que pueden presentarse en ciertas zonas con geomorfología extraordinaria que requieran ser protegidas.	Federal
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (Art. 55 Bis)	Son todas aquellas áreas que presenten características de alguna de las categorías ya mencionadas, y también provea servicios ambientales, considerándose como áreas productivas dedicadas a una función de interés público.	Federal
Parques y Reservas Estatales (Art. 46)	Ambas categorías dependen de la legislación del Estado o Municipio en el que se encuentren, ya que son de interés regional, local o estatal.	Estatad y/o Municipal
Zonas de Conservación Ecológica Municipales (Art.46)		

Fuente: Elaboración propia con base en LGEEPA (2020).

.4.2.4 ANP EN EL ÁMBITO ESTATAL (ESTADO DE MÉXICO)

Dado al diverso y amplio contexto natural del Estado de México, es fundamental hacer hincapié en la importancia de la gestión de áreas protegidas en el Estado, puesto que son una estrategia indispensable y clave para la protección y conservación de la vida silvestre para cada una de las entidades del país.

El Estado de México es el Estado que cuenta con el mayor número de ANP a nivel nacional, con un total de 89, sumando hasta ahora 985,717.91 ha., que equivale al 43.83% de la superficie total estatal (2,248,784.90 ha.) (CEPANAF, 2021).

El cuadro 1.5 muestra el total de ANP con la superficie que abarca cada una, dentro del área Estatal.

Cuadro 1.5. Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México

Categoría	No. de ANP	Superficie (ha)
Parques Nacionales	9	46,146.09
Reservas Ecológicas Federales	1	22,162.66
Áreas de Protección de Recursos Naturales	1	140,194.95
Áreas de Protección de Flora y Fauna	3	59,583.60
Parques Estatales	53	593,719.60



Reservas Ecológicas Estatales	12	122,807.75
Parques Municipales	4	902.69
Parques Urbanos	6	200.57
Total	89	985,717.91

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en el Prontuario de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México, (2009).

1.4.2.5 PARQUES ESTATALES

Los Parques Estatales, son aquellas ANP que son manejadas bajo administración Estatal, porque se adecuan con base en la legislación del Estado. Dichas áreas comprenden de ecosistemas con características originales no alterados significativamente por la explotación de recursos naturales, de manera que representan gran importancia a nivel Estatal, por lo que es necesaria la conservación y valoración y/o concientización del área, a través de espacios destinados a investigación y conservación, además de pequeños espacios establecidos para esparcimiento, turismo y de cierta forma educación ambiental (UACJ, 2013, p.2).

La UICN (2008) señala a los Parques Estatales como: áreas naturales o seminaturales creadas para la protección de la biodiversidad natural, a través de salvaguardar procesos ecológicos a gran escala, en complemento de especies y ecosistemas característicos del área, pero al mismo tiempo estas áreas proporcionan la base para gestionar la investigación, y sobre todo promover el uso recreativo, cultural y educativo, sin dejar atrás las necesidades de las comunidades que subsisten de los recursos del área, todo esto sin afectar de manera significativa a la función y estructura de los ecosistemas.



La definición, administración y manejo de un Parque Estatal, va a depender de la jurisdicción establecida en cada entidad. En el caso del Estado de México, la definición de Parques Estatales son definidos como: aquellas zonas de su territorio de las cuales el Estado va a ejercer su jurisdicción y son caracterizadas por contener ambientes originales no modificados significativamente, y es indispensable la restauración y conservación para salvaguardar la diversidad genética de las especies contenidas en estos ecosistemas, además, es fundamental tomar en cuenta ciertas actividades de manejo como, la investigación, recreación, turismo, cultura y educación, para un aprovechamiento racional de los recursos naturales (CEPANAF, 2020).

1.5 TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE FAUNA SILVESTRE

Para el manejo y la conservación de la fauna silvestre es necesario realizar una toma de muestras de sus poblaciones (registrar las incidencias de una proporción de la población) para hacer inferencias sobre la población. Los muestreos permiten llevar a cabo acciones de monitoreo, que puede definirse como: la estimación de un parámetro (ocupación, patrones de actividad, uso de hábitat y distribución) de las poblaciones, con el propósito de hacer inferencias acerca del comportamiento de las poblaciones en el tiempo y en el espacio, así como, analizar la relación que existe entre estos parámetros y otros factores como el tipo de hábitat, la perturbación por actividades humanas o las acciones concretas de manejo con fines de conservación (Chávez *et al.*, 2013, p17).

Con el objeto de realizar estudios de manejo y gestión a veces es necesario realizar captura de animales silvestres. Los métodos de muestreo en general es la colecta de información sobre las características, distribución, hábitos etc. de las especies a estudiar. Por lo tanto, los progresos recientes en el uso



de tranquilizantes y anestésicos (drogas) ha sido un factor importante en el éxito de distintos programas de manejo de fauna silvestre. Las capturas se realizan ya sea manualmente, con aparatos mecánicos (trampas), con la inyección de drogas a distancia o usando drogas administradas oralmente a través de cebos (González, 2011, p.118).

1.5.1 TIPOS DE MUESTREO PARA MAMÍFEROS SILVESTRES

Un monitoreo consiste en la recolecta sistemática de información sobre una o más especies a través del tiempo. Para que el monitoreo sea lo más provechoso posible éste debe tener objetivos claros y concretos. Un plan de monitoreo o muestreo debe ser diseñado en función de la especie seleccionada y de los objetivos que se quieren alcanzar. (Arévalo, 2001, p.7)

Es importante que cada plan de monitoreo contemple el tiempo de duración y la intensidad de muestreo, la decisión sobre cuánto tiempo debe durar y cuánta área debe cubrir, puede ser mejor tomada si se conoce los hábitos y la historia natural de los animales que se quieren monitorear. Previo a cualquier monitoreo; es de gran ayuda contar con un inventario o registro de las especies presentes en el área de conservación, así como, registros históricos por parte de guardabosques, inventarios, al igual que investigaciones en las diferentes áreas protegidas para generar información sobre presencia y hasta abundancia de especies de mamíferos (Arévalo, 2001, p.7)

Como plantea González (2011) existen diversas técnicas en uso para el estudio de los mamíferos, a pesar de que algunas fueron diseñadas específicamente para este grupo, existen otras que han sido desarrolladas en otros campos y adaptadas a los mamíferos. Los métodos para la captura de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas y redes.



Si el animal es capturado vivo o muerto depende de la naturaleza del estudio y la razón para su captura. Aunque en la actualidad muchos mamíferos son capturados vivos, en algunos casos el uso de trampas mortales es necesario y justificado. A modo de ejemplo, las colecciones en los museos necesitan especímenes de referencia que permiten la correcta identificación de las especies, y los esqueletos o tejidos necesarios para algunos análisis, estos no pueden obtenerse de animales vivos, por ello, es necesario realizar la extracción del individuo. Por otra parte, el trampeo para remover animales de un área, particularmente una especie abundante o plaga, es mejor hacerlo con trampas mortales, armas de fuego, o venenos. Los ejemplos expuestos anteriormente, son algunos de los casos en los cuales se puedan aplicar trampas mortales y se justifique su aplicación.

Una forma más favorable para la toma de datos de los mamíferos es utilizando diferentes métodos de colecta y de identificación, ya que la variedad de formas, tamaños, conducta, hábitos y actividad los hace muy difícil para determinar su registro o identificación.

Por lo tanto, para la captura e identificación de dichos mamíferos se siguen dos métodos complementarios, los cuales se dividen en dos grupos: los métodos directos y los métodos indirectos, que se describen a continuación.



1.5.1.1. MÉTODOS DIRECTOS DE COLECTA PARA EL MONITOREO DE MAMÍFEROS

Una de las formas más sencillas de registrar la presencia de especies en un área determinada es por medio de observaciones directas de la fauna silvestre a lo largo de transectos establecidos, los cuales se pueden realizar durante el día o en la noche (Wilson et al., 1996).

Como lo mencionan los autores Aranda (2000) y Ceballos, Pacheco e Islas, (2015) se realizan recorridos a pie por caminos, brechas, arroyos para la observación y colecta de huellas, excretas y otros datos que permiten la identificación de los mamíferos en el área de estudio, por lo que es necesario llevar yeso, plantillas y/o cámara fotográfica para la colecta de las huellas, así como bolsas de papel estraza para la colecta de las excretas. Para la identificación de huellas y otros rastros de mamíferos existen varias guías correspondientes a México.

Cuando se trata de huellas se considera su tamaño y forma, y en el caso de los excrementos se considera su tamaño, forma, color, constitución, presencia de pelos, fragmentos de huesos, si están constituidas por material vegetal o una combinación de material vegetal y animal. Otros rastros que se pueden obtener son marcas de garras en los árboles o rascaderos en el suelo en el caso de los grandes felinos, árboles tallados con las astas en el caso de los cérvidos, o las madrigueras en el caso de los armadillos y tejones (Ceballos, et al., 2015).

Al observar un rastro es importante tomar los siguientes datos de colecta: coordenadas geográficas, altitud, si la excreta es fresca o vieja, hora del día y tipo de terreno.



A su vez, se utiliza como unidad de muestreo el transecto de ancho fijo, cuya longitud varía de acuerdo con las distintas áreas, de igual modo, el ancho del transecto puede ser definido de acuerdo con las características de la brecha, sendero o camino utilizado. Se seleccionan áreas específicas de muestreo, se camina a lo largo del sendero o brechas establecidas buscando mamíferos o rastros (Ceballos, *et al.*, 2015).

No obstante, la observación directa de muchas especies se da en sucesos esporádicos y raros. Razón por la cual esta técnica no es muy apropiada cuando la especie focal es una especie críptica, o escasa en vida silvestre, como es el caso de los grandes carnívoros y algunas de sus presas.

1.5.1.2. MÉTODOS INDIRECTOS DE COLECTA PARA EL MONITOREO DE MAMÍFEROS

Trampas Sherman

La trampa de captura viva tipo Sherman tiene forma rectangular; pueden ser plegadizas; son de aluminio o lámina galvanizada. En el centro de la base del piso tienen una lámina que al pisarse acciona un sistema de resorte que cierra la puerta de entrada de la trampa, de manera que el animal queda atrapado sin sufrir daños (ocasionalmente parte de la cola queda presionada con la puerta de la trampa y se rompe). Estas trampas se venden en diferentes tamaños y modalidades y con ellas pueden capturarse musarañas, roedores y algunos lagomorfos y carnívoros pequeños. Requieren de cebo para atraer a los animales (Ver Imagen 1.1). (Romero, Sánchez, García y Owen, 2007).



Imagen 1.1. Trampa de captura viva tipo Sherman

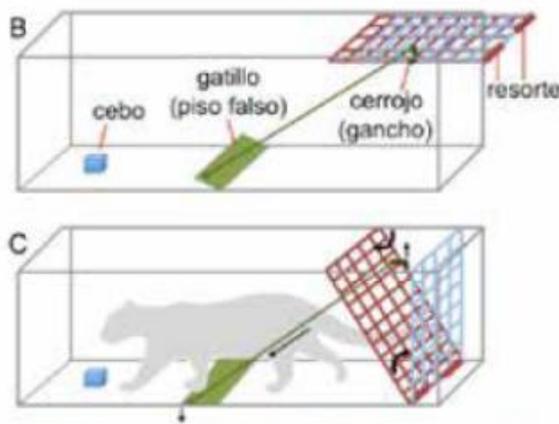


Fuente: Tomado de Saniseg (2020).

Trampas Tomahawk

Son rectangulares, de reja de alambre y pueden ser plegadizas, su sistema es parecido al de las trampas Sherman y se utilizan generalmente para capturar mamíferos de tamaño entre 1 y 2 kg. (Ver Imagen 1.2). Se utilizan con cebos de olores fuertes como sardina, atún o tocino, o bien una mezcla de estos (Romero, Sánchez, García y Owen, 2007).

Imagen 1.2. Izquierda, trampa de captura Tomahawk; derecha, esquema básico del funcionamiento de la trampa Tomahawk



Fuente: Tomado de Farias (2019).

Redes de niebla o nylon

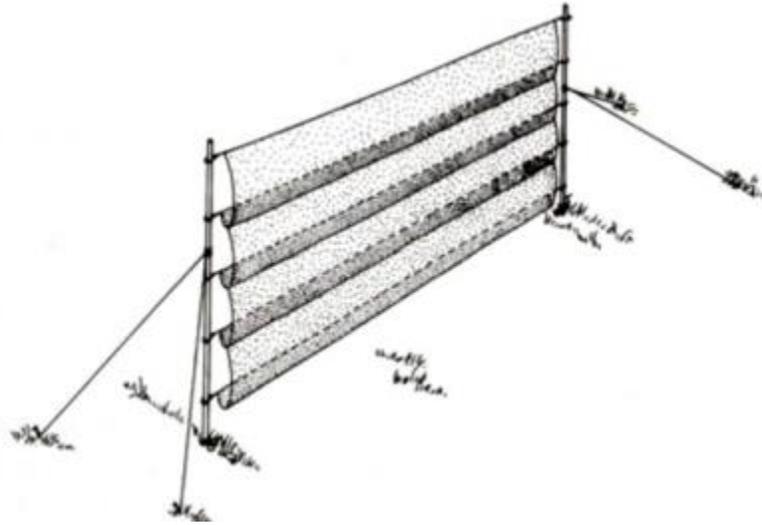
La investigación de Romero, Sánchez, García y Owen (2007) menciona que se utilizan para capturar murciélagos; se colocan entre la vegetación, sobre o a los lados del camino, cauces de cuerpos de agua y en el interior y exterior de los refugios diurnos, entre otros. Son de diferentes tamaños y están elaboradas con hilos de nylon o seda; tienen cinco líneas principales unidas entre sí por una malla de hilos.

Romero y colaboradores, (2007) también señalan que en cada extremo de la red a la altura de las líneas principales se encuentra un cordón, con el cual se ata a un par de postes. Los postes también pueden tener tamaños diferentes y se acoplan entre sí, de manera que la red puede colocarse tan alto como se desee. Su número, disposición, frecuencia, días y horas de captura dependerá de los objetivos del proyecto.

De manera general en la mayoría de los estudios las redes se dejan puestas de cuatro a seis horas después de oscurecer. Durante el período de muestreo el tiempo de revisión de las redes dependerá de qué tan activos y abundantes sean los murciélagos, en ocasiones deberá realizarse cada 5, 15 o 20 minutos y ocasionalmente cada hora. Normalmente los murciélagos son muy activos al comenzar la noche, y disminuyen progresivamente conforme esta avanza, por lo que la frecuencia de la revisión puede variar. En cualquier caso, se debe liberar al murciélago lo más rápido posible para reducir su estrés, además de que esto evita o reduce los daños que los murciélagos le ocasionan a la red cuando la muerden. Para liberar a los murciélagos se recomienda utilizar guantes suaves de piel o sintéticos, lo suficientemente gruesos para que sus dientes no los traspasen y evitar de esta manera ser mordido por ellos (Romero, Sánchez, García y Owen, 2007).



Imagen 1.3. Esquema de una red de nylon para la captura de murciélagos



Fuente: Tomado de Ceballos, *et al.*, (2015)

Cámaras trampa

De acuerdo con Chávez y colaboradores, (2013), la cámara trampa es un dispositivo compuesto por un sistema detector de movimiento y/o calor (SDMC) conectado al disparador de una cámara convencional. Al detectar algún movimiento o cambio en la temperatura en el ambiente, producido por algún animal u objeto que cruza el área de acción del detector, el SDMC envía una señal a la cámara para disparar el obturador y tomar la foto.

La técnica de cámaras trampa, ha permitido detectar especies sigilosas o de hábitos nocturnos, evasivos y que generalmente se encuentran en bajas densidades, además, los equipos son efectivos para detectar especies de mamíferos terrestres de más de 1 kg. También han sido de gran utilidad para conocer patrones de actividad de las especies, estimar abundancia y densidades poblacionales sobre todo de los grandes carnívoros. Incluso se han podido identificar diferentes individuos, sobre todo en los felinos. Por otra parte, también se emplea para realizar inventarios de especies y la evaluación de esfuerzos de conservación, adicionalmente los datos

obtenidos a partir de cámaras trampa pueden ser utilizados para fijar y seguir metas de conservación de especies (Chávez, et al., 2013).

Imagen 1.4. Cámara trampa de la marca Cuddeback Back Flash E30-20



Fuente: Imagen obtenida en campo, (2020).

Tipos de cámara trampa

Actualmente existen dos tipos de trampa-cámara, según su sistema de activación: el sistema activo (SA) y sistema pasivo (SP) (Chávez, et al., 2013).

Sistema activo. Cuentan con tres elementos: la cámara, un emisor y un receptor. Este tipo de equipo sólo es fabricado por la compañía TrailMaster® y su sistema funciona de la siguiente manera:

1. La cámara de rolo o digital está conectada a un receptor.
2. El receptor recibe un rayo infrarrojo generado de manera permanente por un emisor colocado a una distancia variable de acuerdo con el modelo que se utilice y organismo que se desee fotografiar.
3. Cuando el rayo infrarrojo es interrumpido por algún animal, se genera la señal que activa el obturador de la cámara.

Chávez, *et al.*, (2013) indican que una de las ventajas de este tipo de sensor es que solamente se activa cuando el rayo infrarrojo es interrumpido y no cuando se presentan altas temperaturas ambientales o cuando se mueven las plantas de la periferia. Otra ventaja es que se pueden obtener fotos de excelente calidad en casi cualquier tipo de ecosistema. Sin embargo, este sistema requiere de tres elementos que se venden por separado, requiere de un mayor conocimiento del equipo y su instalación requiere más tiempo en comparación con otros tipos de trampas-cámara. Los cables que conectan la cámara al emisor y al receptor también pueden ser dañados por roedores (p.29).

Sistema pasivo. La mayoría de las trampas-cámara en el mercado utilizan el sistema de activación pasivo, el cual está incluido dentro de una misma unidad junto a la cámara. Este sistema detecta por medio de un sensor (receptor) el movimiento y el calor generado por un animal u objeto dentro de un área conocida como 'zona de sensibilidad'. La zona de sensibilidad está determinada por la forma y el tamaño del sensor, que varían en función de las marcas y los modelos (Chávez, *et al.*, 2013, p.30)

Las ventajas de los equipos de foto-trampeo que utilizan sistema de activación pasiva son que todos sus elementos (cámara y sensor) están



integrados en una sola unidad que varía en diseño y tamaño de acuerdo con la marca y el modelo; la mayoría de estos equipos son resistentes al agua (Chávez *et al.*, 2013, p.30).

Colocación

Desde el punto de vista de Chávez *et al.*, (2013), lo primero que debe estar claro al iniciar un estudio con trampas-cámara son los conceptos y tecnicismos usados en esta técnica de muestreo:

- Estación de foto-trampeo: Se refiere al sitio físico donde se instalarán las trampas-cámara. La estación puede ser sencilla o doble. Las estaciones dobles permiten fotografiar ambos flancos de los animales al pasar entre las cámaras, lo que es esencial para maximizar las probabilidades de identificarlos individualmente, así como para reducir los errores que puedan presentarse, como distintas sensibilidades de los sensores o una mala colocación de las trampas-cámara.
- Rastros: Cualquier evidencia o señal dejada por un animal silvestre durante sus actividades habituales; pueden ser huellas, excretas, rascaderos, echaderos, refugios o alguna marca (p. ej. en un árbol).
- Calibración: Proceso mediante el cual se ajusta la altura y la distancia a la cual será colocada la trampa-cámara.

Para la colocación de las cámaras trampa es importante realizar la selección del sitio, considerando que los sitios donde se coloquen las estaciones de foto-trampeo sean lugares donde anteriormente se observaron rastros (Karanth y Nichols, 2002).



Chávez *et al.*, (2013) son de opinión que antes de instalarse las cámaras trampa en la estación, es de vital importancia que se realice una correcta programación (p.34).

En el caso de la cámara:

1. Ajustar la fecha (día/mes/año).
2. Ajustar la hora.
3. Seleccionar la opción de etiquetar las fotos con la fecha y hora.

En el caso del sensor:

1. Seleccionar modo de detección continua (día y noche).
2. Seleccionar retraso de 1 minuto entre foto y foto.
3. Seleccionar la opción de disparo rápido (fase).

Es fundamental conocer la fecha y la hora exacta en que se tomó cada fotografía, ya que si no contamos con esta información difícilmente podremos hacer un análisis serio de las fotografías obtenidas (Chávez *et al.*, 2013, p.36).

Otro rasgo de importancia es la orientación con respecto al sol, antes de instalar una trampa-cámara en la estación de muestreo es importante ubicar el oriente y el poniente, ya que de estas direcciones provendrá la luz del sol al amanecer y al atardecer. Cuidando este pequeño detalle se evitarán fotografías con exceso de luz o que las cámaras se activen por rayos del sol que inciden directamente sobre el sensor. La recomendación es colocar la trampa cámara en dirección norte o sur (Chávez *et al.*, 2013, p.37).

Como señala Fiehler *et al.*, (2007) la colocación de la trampa-cámara puede instalarse algunos metros adelante o atrás del rastro de referencia. La instalación debe hacerse en el tronco de un árbol u otra estructura similar, pero no siempre se dispone de un árbol con las características deseadas de distancia y altura a las que se requiere instalar la trampa-cámara. En estos casos se puede utilizar una estaca u otro apoyo. Es importante que al colocar la estaca quede completamente fija para evitar movimientos posteriores. Dependiendo de las condiciones de trabajo, de la seguridad del sitio y del presupuesto se puede optar por asegurar cada cámara con una caja de acero.

Además, cuando se instalen las estaciones de foto-trampeo es necesario tener la precaución de retirar los objetos que puedan activar los sensores. En los sitios donde se instalen las trampas-cámara puede haber pastos, ramas u otros obstáculos sobre la línea de detección del sensor que pueden moverse con el viento y activar el sensor. Sin embargo, es muy importante modificar el sitio lo menos posible para que los animales no perciban diferencias. Por otro lado, un error frecuente durante la instalación es dejar algún olor por usar las manos impregnadas con crema, loción o algún tipo de alimento; este olor queda impregnado en las trampas-cámara y causa que los animales se acerquen directamente al equipo fotográfico, lo que genera fotos poco útiles para la identificación de los individuos. En casos extremos las trampas-cámara podrían ser dañadas por la misma fauna silvestre, en cuyo caso es necesario colocar protecciones para el equipo (Chávez *et al.*, 2013, p.43).



PREPARACIONES

Silver (2004) recomienda que al menos cada investigador y el equipo de trabajo tengan la siguiente información:

- Mapas del área de muestreo: Es de gran utilidad tener una idea de la topografía y características del terreno donde se pretende colocar las estaciones. Esto nos permitirá evaluar la logística y el esfuerzo para colocar las estaciones de foto-trampeo, los caminos de acceso, el área que se pretende cubrir, etc.
- Rutas o sitios utilizados por los animales: Es crítico que antes de iniciar el estudio se conozcan los caminos o senderos que utilizan los animales. Para ello es recomendable tener un estudio prospectivo.
- Georreferencia de las estaciones: Cada estación colocada deberá ser geo-referenciada. Esto es muy importante para analizar espacialmente los datos en el laboratorio. Es importante tener claro con qué sistema y tipo de coordenadas está configurado el aparato geoposicionador (GPS) para evitar errores a la hora de los análisis, por ejemplo, si se registra la posición en grados decimales, en grados, minutos y segundos o en unidades transversales de Mercator (UTM).

1.6 POLÍTICAS AMBIENTALES

Una política tiene como alcance la realización de una acción específica ante una situación social deseada, por ejemplo, en materia ambiental (Quintero, 2008).

Específicamente, el Código para la Biodiversidad del Estado de México (2005) se refiere a la Políticas Ambientales como: “principios y conceptos que dirijan y orienten las acciones públicas hacia los diferentes sectores de

la sociedad para alcanzar los fines de protección al ambiente y aprovechamiento sostenible de los elementos y recursos naturales...”.

Ahora bien, la SEMARNAT (2016) menciona que las políticas en materia de vida silvestre y su hábitat, tienen como propósito; la protección y conservación mediante un aprovechamiento sustentable, de modo que sea beneficio para las poblaciones aledañas a regiones de alta diversidad, con el fin de promover la restauración e integridad de los ecosistemas.

1.7 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental es la división de un territorio, en zonas homogéneas con base en criterios ambientales, por lo que se considera una herramienta para diagnósticos: biofísicos, culturales o económicos y para propuestas de gestión ambiental (Valenzuela & Silva, s.f).

La gestión de la zonificación ambiental de un área permitirá que cada zona se delimite de acuerdo con sus características naturales, para propósitos específicos, con fines de mantener un equilibrio en el ecosistema y por otro lado, brindar los servicios ambientales y naturales necesarios a largo plazo de manera sustentable; permitiendo una estrecha relación con las personas que interactúan con en área y con las comunidades aledañas, teniendo como objetivo maximizar los beneficios al medio natural y social de la región (Poder Ejecutivo del Estado de México, 2008).

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2004), señala tres tipos de zonas de manejo que se deben de tomar en cuenta en la delimitación de una zonificación ambiental:



Zonas de preservación y protección ambiental: Son aquellos espacios que autosostienen a sus ecosistemas y tienen características de especial valor en biodiversidad.

Zonas de recuperación ambiental: Se refiere a los espacios que han sido significativamente alterados por actividades antropogénicas, o que en ellos existe un notable impacto ocasionado por procesos naturales.

Zonas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos: Delimitación de espacios destinados a un aprovechamiento racional y sustentable, tomando en cuenta reglamentaciones establecidas para prevenir y controlar los impactos ambientales generados por un mal manejo u aprovechamiento de los recursos naturales.



CAPÍTULO II. MARCO LEGAL

El presente capítulo tiene como objetivo revisar y analizar las disposiciones legales y normativas existentes, relacionadas con la temática del proyecto, para cada uno de los niveles de gobierno: Federal, Estatal y Municipal.

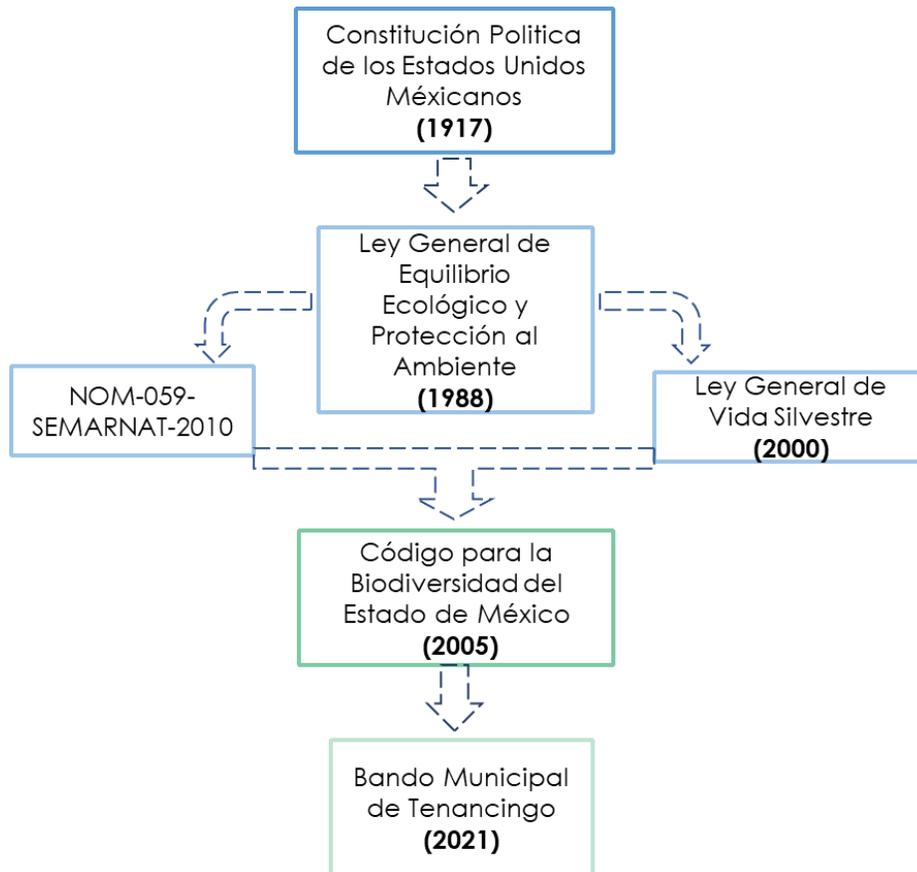
Con respecto a las políticas ambientales, estas rigen actividades que impactan de manera negativa la naturaleza de una nación, y deberían estar encaminadas de acuerdo a las necesidades económicas, culturales y sobre todo en materia ambiental del país, ya que establecen un marco para la actuación y fijación de objetivos medioambientales, por lo que es preciso que gobierno e instituciones pertinentes puedan llegar a tomar las disposiciones adecuadas con miras a llegar a un acuerdo para hacer que pudieran resultar (SEMARNAT, 2016).

SEMARNAT (2016) plantea que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat es la protección y conservación mediante esquemas de aprovechamiento sustentable. De este modo, se pretende incrementar el bienestar de la población que vive en regiones de alta diversidad al tiempo que se mantienen y promueven la restauración y la integridad de los ecosistemas.

Para lograr tener éxito con proyectos que tengan como finalidad preservar la vida silvestre, es necesario contar con un marco jurídico adecuado y con las condiciones sociales, institucionales y políticas que permitan su cumplimiento (Aguilar, 2002), dicho marco se encuentra conformado por leyes, reglamentos, normas y códigos a nivel Federal, Estatal y Municipal, de tal modo que estos se encargan de regular las acciones socioeconómicas, que se lleva a cabo en los ecosistemas protegidos y que pudieran perjudicar al ambiente. (Ver Cuadro 2.1)



Cuadro 2.1. Leyes y normatividad del marco jurídico correspondiente al proyecto



Fuente: Elaboración propia (2021).

2.1 NIVEL FEDERAL

A nivel Federal, los lineamientos jurídicos (Ver Cuadro 2.2) que se relacionan con el proyecto, se hallan desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, siendo estos dos lineamientos jurídicos los más importantes, además, se vincula con la Ley General de Vida Silvestre y la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, en el (Cuadro 2.2) se observan las leyes, artículos de cada lineamiento jurídico que interviene a nivel Federal.

Cuadro 2.2. Marco legal Federal

NIVEL FEDERAL

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917)	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 4 • Artículo 27 			
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1988)	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 1 • Artículo 2 • Artículo 45 • Artículo 79 		<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 83 • Artículo 87 • Artículo 157 • Artículo 158 	
Ley General de Vida Silvestre (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 4 • Artículo 5 • Artículo 11 • Artículo 18 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 23 • Artículo 24 • Artículo 29 • Artículo 47 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 70 • Artículo 83 • Artículo 92 • Artículo 106 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 107
NOM-059-SEMARNAT-2010				

Fuente: Elaboración propia (2021).

Prosiguiendo con el análisis de la NOM-059-SEMARNAT-2010, plantea lo siguiente:

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con la participación de las instituciones académicas, centros de investigación, científicos especializados, sociedades científicas y otros sectores sociales interesados; es la encargada de integrar y mantener actualizada la lista.

En la lista se integran y se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres de la siguiente manera: Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces, Plantas y Reptiles.



El nivel de riesgo de extinción de una especie tanto de flora como de fauna se cataloga de la siguiente manera:

- En peligro de extinción (P)
- Amenazada (A)
- Sujeta a protección especial (Pr)
- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Para declarar a una especie de fauna en una de las cuatro categorías de riesgo de extinción se realiza una evaluación que considera cuatro criterios:

A.- Amplitud de la distribución del taxón en México.

B.- Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

C.- Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.

D.- Impacto de la actividad humana sobre el taxón.

Cabe mencionar que la norma también considera las posibles pasadas y/o futuras acciones de manejo sobre la especie o población, y contempla los usos tradicionales o la relevancia cultural o económica que presenta dicha especie o población (NOM-059-SEMARNAT-2010).

2.2 NIVEL ESTATAL

Para el caso del nivel Estatal (Ver Cuadro 2.3), en cuanto al mejoramiento y el mantenimiento de los ecosistemas se promulgó en el año 2005 el Código de Biodiversidad del Estado de México, por la 55 legislatura mexiquense, ya que este tiene el ordenamiento legal que busca tener las medidas necesarias para proteger al medio ambiente, es importante mencionar que los lineamientos jurídicos varían en cada Estado. A continuación, se muestran en el cuadro los lineamientos jurídicos estatales implicados en el proyecto.

Cuadro 2.3. Marco legal Estatal

NIVEL ESTATAL

Código para la Biodiversidad del Estado de México (2005)	• Artículo 2.1	• Artículo 2.83	• Artículo 5.51
	• Artículo 2.2	• Artículo 2.86	• Artículo 5.80
	• Artículo 2.3	• Artículo 5.18	• Artículo 5.82
	• Artículo 2.60	• Artículo 5.28	

Fuente: Elaboración propia con base en el Código para la Biodiversidad del Estado de México, (2005)

2.3 NIVEL MUNICIPAL

Como se ha analizado anteriormente se ha observado un gran avance en normatividades en materia de protección al ambiente y equilibrio ecológico a nivel Federal y Estatal, pero en la esfera municipal queda un gran hueco, teniendo en cuenta que el desempeño de las atribuciones municipales en materia ambiental incide directamente en las problemáticas ambientales locales, puesto a que la responsabilidad de los municipios hacia el medio ambiente es de manera directa, inmediata e ineludible (Pichardo, 2008).

Las atribuciones generales y algunas ambientales que tiene cada ayuntamiento municipal de la nación resaltan desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos precisamente en el Artículo 15. Pero de manera concreta las atribuciones de los ayuntamientos en materia ambiental se encuentran en la LGEEPA (1988) dentro del 8o artículo, en donde se señala que es tarea de los municipios gestionar y aplicar instrumentos de política ambiental con el propósito de aprovechar sustentable y racionalmente sus recursos naturales con el objetivo de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente.

Por otro lado, el artículo 160 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de México, establece que es responsabilidad de los ayuntamientos expedir el Bando Municipal para que sea promulgado y difundido en la Gaceta Municipal. SAGARPA (2004), define al bando municipal como el conjunto de reglamentos administrativos que regulan el funcionamiento de la administración pública municipal y sus relaciones con la comunidad.

Por su parte el ayuntamiento municipal de Tenancingo de Degollado, dentro del Bando Municipal incluye los artículos: 214, 215 y 216 (Ver Cuadro 2.4); los cuales señalan las atribuciones que debe de ejercer el ayuntamiento en materia ambiental como; expedir reglamentos específicos e incluir acciones ambientales, con el fin de salvaguardar, proteger, conservar y restaurar el medio ambiente a nivel local.

Cuadro 2.4. Marco legal Municipal

NIVEL MUNICIPAL

Bando Municipal de Tenancingo (2021)	<ul style="list-style-type: none">• Artículo 214• Artículo 215• Artículo 216
---	--

Fuente: Elaboración propia con base en el Bando Municipal de Tenancingo, (2021).

En conclusión, al realizar el análisis de los lineamientos jurídicos y normativos en los distintos niveles de gobierno que están vinculados a las categorías de la política ambiental en materia de protección, conservación, preservación y aprovechamiento, de la vida silvestre, en este sentido las leyes en general buscan la protección al medio ambiente y la implementación de la sostenibilidad ambiental, al mismo tiempo, algunos establecen la participación de la población en el cuidado de los recursos naturales.

Por otro lado, en las leyes Federales y Estatales se presenta una mayor vinculación en cuanto a materia ambiental, ya que persiguen el mismo objetivo, sin embargo, es importante que cada sitio de la Nación puede establecer la forma que más le convenga para preservar los recursos naturales que le correspondan y adaptando los componentes de la legislación a las necesidades locales particulares. Una de las aportaciones más importantes del marco jurídico es establecer algunos lineamientos para poder ser basados, pero es importante que no se haga de forma literal, pues depende del tipo de proyecto que se realice.



CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: PARQUE ESTATAL ECOLÓGICO, RECREATIVO Y TURÍSTICO “HERMENEGILDO GALEANA”

El objetivo de este capítulo es presentar la caracterización del Parque Estatal Hermenegildo Galeana, dirigiéndose a describir los aspectos relevantes de la zona de estudio, comenzando por la localización, su decreto y las características naturales. De igual modo, se presenta información cartográfica importante, para el análisis de los aspectos naturales (Ver Anexo 3.1). Por otro lado, se presentan datos demográficos de las localidades.

3.1 LOCALIZACIÓN

El Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado “Hermenegildo Galeana” se localiza geográficamente al noroeste del municipio de Tenancingo, Estado de México, colindando al Este con el municipio de Tenango del Valle, y al Oeste con el municipio de Villa Guerrero, a 36 Kilómetros de la ciudad de Toluca, en el centro de la entidad (Ver Anexo 3.2).

Se ubica en las coordenadas geográficas de los 19° 00' 21.60" y 19° 01' 24.76" latitud Norte y 99° 38' 06.92" y 99° 36' 01.98" longitud Oeste con una altitud de 2400 msnm (Islas & Ceballos, 2018).

3.2 DECRETO

El 31 de marzo de 1980, siendo gobernador el Dr. Jorge Jiménez Cantú, fue decretada como Área Natural Protegida (ANP); bajo la categoría de Parque Estatal con el nombre de “Hermenegildo Galeana”, dicho decreto

fue publicado el día 3 de abril de 1980 en la Gaceta de Gobierno, por el Poder Ejecutivo del Estado (Gaceta de Gobierno, 1980).

En el decreto del Parque Estatal, el Ejecutivo del Estado señala la importancia de conservar la riqueza natural que posee nuestro Estado, beneficiando a la sociedad por los servicios ambientales que el ANP brinda.

Vinculando con la categorización del ANP como “**Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico**”, de acuerdo con la Gaceta de Gobierno (1980); se originan la causa de utilidad pública, las cuales son:

- Plantar árboles de las variedades apropiadas para el ecosistema.
- Establecimiento de las instalaciones necesarias para la recreación de los habitantes de su zona de influencia y del turismo en general.
- Propiciar el mejoramiento del ambiente en todos sus aspectos para propiciar el equilibrio ecológico del suelo.

Así mismo, se justificó que el uso del parque será el establecimiento de áreas deportivas, de recreo, así como instalaciones que propicien el turismo y el esparcimiento físico y mental de las comunidades y sus visitantes.

El nombre que recibe esta ANP, es en honor de a uno de los tantos personajes que se incluyen en la Independencia de México: Hermenegildo Galeana (1762-1814), quien fue un destacado caudillo insurgente que se unió a las fuerzas de José María Morelos y Pavón en enero de 1811, resaltando entre sus victorias la toma de Tenancingo el 24 de enero de 1812 (SEDENA, 2019).



3.3 SUPERFICIE

Conforme a lo establecido con el decreto del Parque Estatal “Hermenegildo Galeana”, el ANP se integra por un polígono que abarca una superficie total de 367 hectáreas (Gaceta de Gobierno, 1980).

En el Plan de Manejo del Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana (2014); señala que el ANP comprende dentro de algunos terrenos de un predio denominado Rancho Yeka adquiridos por el gobierno del municipio.

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

3.4.1 GEOLOGÍA

La geología de la zona está compuesta mayormente por rocas de origen volcánico, de las cuales predomina el Basalto; que es un tipo de roca ígnea de grano fino y de color verde oscuro a negro, compuesta fundamentalmente por piroxeno y plagioclasa, rica en calcio con cantidades menores de olivino y anfíbol (Tarbuck & Lutgens, 2005).

Por otra parte, se encuentra la Toba y Residual, las cuales se hallan en menor proporción, la primera está compuesta por diminutos fragmentos del tamaño de cenizas que fueron cementadas después de su caída, por otro lado, la roca residual es formada por los productos de meteorización que no han sido transportados. Dichos materiales se pueden percibir en todo el mapa, pero dentro del polígono del ANP predomina el Basalto y una pequeña parte de Residual (Ver Anexo 3.3).

3.4.2 GEOMORFOLOGÍA

El ANP se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico, a su vez se encuentra dentro de la



subprovincia Fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac. En cuanto a la altitud; el parque oscila entre los 2,400 m.s.n.m y los 2,700 m.s.n.m.

El ANP corresponde a un conjunto de estructuras volcánicas afectadas por actividad tectónica que sufrió la cuenca de Toluca hacia la parte Norte, cuya evidencia aparente es la presencia de una falla ubicada al Norte del parque con dirección Este-Oeste, lo que provocó un levantamiento hacia el Norte (Ver Anexo 3.4). Esta actividad volcánica y tectónica del terciario y cuaternario ha dado como resultado una morfología diversa asociada con la continua actividad erosivo-fluvial, la cual se caracteriza por valles fluviales y barrancos (CEPANAF, 2014).

Volcánicos-Acumulativos

- Laderas

El ANP abarca parte de un piedemonte de origen volcánico-acumulativo, que forma parte del conjunto volcánico conocido como La Ladera, constituido por acumulaciones volcánicas y aluviales como basaltos, cenizas y material residual, (García-Palomo *et al.*, 2008, citado en CEPANAF, 2014). Con una fisonomía de lomeríos y superficies semiformes derivadas de la actividad volcánica; es posible identificar tres tipos de ladera: rectas, cóncavas y convexas, las primeras presentan pendientes entre 35 y 50 grados, con orientaciones hacia el Sureste y Oeste; las segundas con pendientes entre los 29 y 40 grados con orientación hacia el Oeste; y las terceras tienen una pendiente entre los 10 y 20 grados con orientación hacia el Sur. Se caracterizan por presentar un suelo de tipo Andosol (CEPANAF, 2014).



- Planicie

Se caracteriza por una superficie plana con pendientes de 0 a 5 grados en el extremo Este del ANP, abarcando una superficie de sólo 10 hectáreas, conformadas por material de acumulación lo que ha dado origen a un suelo de tipo Cambisol.

- Relieve fluvio-erosivo

Las principales formas de relieve de origen erosivo-fluvial son los barrancos y valles fluviales y se desarrollan en las laderas de acumulación de material volcánico. Los barrancos son el resultado de la combinación de procesos exógenos como la erosión fluvial asociada con eventos volcánicos y tectónicos, tienen una dirección subparalela controlada por la propia morfología de las laderas, existe la presencia de fallas y fracturas, cuentan con una profundidad promedio que oscila entre los 20 y 50 metros. Por su parte la profundidad de los valles fluviales tiene alrededor de 150 metros y también se encuentran asociados a la presencia de fallas y fracturas.

Con respecto a la información cartográfica obtenida, se puede observar que el sistema de topoformas que contiene el ANP es sierra, y colinda fuera del polígono al sur con lomeríos, se hace dicha referencia ya que de acuerdo con el plan de manejo el sistema de topoformas dentro del parque es lomerío de colinas redondeadas con cañadas.

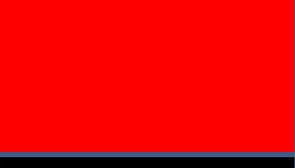
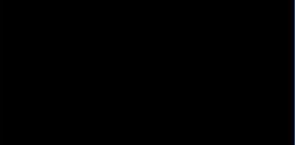
3.4.3 PENDIENTE

La pendiente del lugar está condicionada por diversos factores: entre los cuales se encuentra la litología y estructura geológica, la intensidad y tipo de procesos modeladores del relieve, su análisis tiene como objetivo caracterizar las formas del relieve en función del grado de inclinación y procesos erosivos que la modelan (Linares, 2012).



El mapa de pendientes (Ver Anexo 3.5) muestra cinco rangos de grado de pendientes que van del color verde claro con un grado de inclinación menor, a el color negro con un grado de inclinación mayor. Para mayor entendimiento, a continuación, se presenta una tabla de rangos que se establecieron para poder determinar la inclinación existente dentro de la zona, la reclasificación se obtuvo de acuerdo con Lugo Hubp (1988) (Ver cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Rangos de Pendiente

Rango	Lugo	Clasificación	Color de rango
1	0-3	Planicie	
2	3-12	Ligeramente inclinado	
3	12-30	Deslizamientos	
4	30-45	Deslizamientos	
5	>45	Caída libre	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de métodos y técnicas de evaluación del riesgo según Lugo (1988).



Como se observa en el cuadro anterior, el color verde claro muestra un grado de pendiente de entre 0° a 3° que corresponde a planicies y valles, para el caso del ANP este ocuparía un porcentaje aproximado del 15% distribuido en toda el área incluyendo los alrededores del ANP, con mayor proporción en la parte sur de la zona, donde se encuentran los asentamientos humanos.

El color amarillo muestra un grado de pendiente que va de 3° a 12° ocupando un porcentaje aproximado del 20% de toda la superficie que cubre el mapa, indicando una ligera inclinación que da formación a pie de monte, mesetas y laderas poco pronunciadas, encontrándose con mayor proporción en la parte Este y Sur de la zona.

En cuanto al color naranja muestra un grado de pendiente que va de 12° a 30° que ocupa un porcentaje estimado del 60% del área del mapa, dando lugar a la formación de piedemonte con mayor altitud y laderas con mayor pendiente, causando que exista la presencia de deslizamientos, sin embargo, gracias a que la mayor parte del parque es de carácter forestal, estos deslizamientos son poco presentes o nulos.

En color rojo se identifica el grado de pendiente que va de 30° a 45° que muestran la formación de laderas con pendiente pronunciada que se forman por el desplazamiento constante de rocas y de otros materiales. Dichas áreas se encuentran en la parte Noroeste de la zona, existiendo una fractura en ese lugar, dicho grado de pendiente ocupa un porcentaje aproximado del 5% del área total.



Para el caso del grado de pendiente $>45^\circ$ representado con color negro, considerado como caída libre, no se encuentra dentro del área, debido a que no existe una pendiente mayor a 30° dentro de la zona.

3.4.4 EDAFOLOGÍA

El análisis cartográfico, señala que dentro del área del parque existen dos unidades de suelo; Andosol y Cambisol; el primero ocupa una mayor porción de superficie del ANP localizándose al centro, Norte y Sur del área y el segundo sólo ocupa una pequeña porción dentro del polígono localizándose al noroeste y este (Ver Anexo 3.6).

Los Andosoles son suelos generalmente oscuros de origen volcánico constituidos principalmente de ceniza. Su uso ideal tiene algunas contradicciones ya que al retener el fósforo son de bajo rendimiento para la agricultura, sin embargo, son cultivables, tienen buenas propiedades de enraizamiento y buena retención de humedad, también cabe mencionar que en pendientes pronunciadas el uso más favorable para su conservación es el uso forestal ya que son suelos muy susceptibles a la erosión eólica (IUSS, 2007).

Los Cambisoles son suelos jóvenes cambiantes en su estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonatos por meteorización ligera a moderada del material parental. Generalmente, están entre los más productivos para la agricultura por lo que son explotados intensivamente, en el caso de los que son menos fértiles son utilizados para pastoreo y para uso forestal. No obstante, es mejor conservarlos bajo uso forestal en pendientes escarpadas, siendo el caso del área de estudio (IUSS, 2007).



3.4.5 CLIMA

El clima correspondiente a la ubicación del ANP según la clasificación de Koeppen modificada por García es de tipo C(w2)(w)b(i)g: clima templado subhúmedo con verano largo y lluvioso, la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano.

De acuerdo con el promedio de datos de las normales meteorológicas coordinadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (2015); estación San Pedro Zictepec (ubicada al Noreste del parque) y estación Santa María (ubicada al suroeste del parque); la temperatura anual promedio es de 17.37 °C; así como también la temperatura más elevada corresponde a 29.76 °C en el mes de abril y la temperatura mínima corresponde al mes de enero con 7.8 °C.

Con respecto a la precipitación; los meses más húmedos son; junio julio, agosto y septiembre con 208.854 mm, 227.425mm, 303.646 mm y 221.763 mm; respectivamente, y el mes más seco es diciembre con 9.665 mm. (Ver Cuadros 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5)

Cuadro 3.2. Promedio de lluvia total mensual de 1999-2015

Estación Meteorológica	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Estación 00015313 San Pedro Zictepec	11.169	14.15	12.144	28.659	69.444	190.67	212.35	339.63	181.78	78.231	14.45	8.894
Estación Santa María 00015299	18.538	35.625	19.563	36.5	76.875	227.04	242.5	267.66	261.75	110.31	25.938	10.438
Promedio	14.853	24.887	15.853	32.579	73.159	208.854	227.425	303.646	221.763	94.271	20.193	9.665

Fuente: Elaboración propia con base en datos de las normales meteorológicas del SMN (2015).

Cuadro 3.3. Temperatura máxima promedio de 1999-2015

Estación Meteorológica	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Estación 00015313 San Pedro Zictepec	29.11	30.15	32.25	33.59	32.04	29.78	29.2	29.43	28.13	29.28	29.3	29.15
Estación Santa María 00015299	21.51	23.02	24.91	25.93	24.83	22.31	21.46	22.01	21.56	22.21	22.45	21.95
Promedio	12.65	13.29	14.29	14.88	14.21	13.02	12.66	12.86	12.42	12.87	12.93	12.77

Fuente: Elaboración propia con base en datos de las normales meteorológicas del SMN (2015).

Cuadro 3.4. Temperatura media mensual promedio de 1999-2015

Estación Meteorológica	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Estación 00015313 San Pedro Zictepec	20.77	22.01	23.15	24.8	24.84	24.17	23.58	24.01	23.8	23.31	21.1	21.16
Estación Santa María 00015299	14.18	15.27	16.47	20.73	17.8	16.71	16.06	16.42	16.17	15.97	15.09	14.27
Promedio	8.7375	9.32	9.905	11.3825	10.66	10.22	9.91	10.1075	9.9925	9.82	9.0475	8.8575

Fuente: Elaboración propia con base en datos de las normales meteorológicas del SMN (2015).

Cuadro 3.5. Temperatura mínima promedio de 1999-2015

Estación Meteorológica	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Estación 00015313 San Pedro Zictepec	12.46	12.83	14.12	15.72	17.51	18.6	18.19	18.24	18.63	17.66	21.51	13.04
Estación Santa María 00015299	6.4	7.32	8.21	10	10.78	11.17	10.67	10.72	10.83	9.67	7.88	6.67
Promedio	4.715	5.0375	5.5825	6.43	7.0725	7.4425	7.215	7.24	7.365	6.8325	7.3475	4.9275

Fuente: Elaboración propia con base en datos de las normales meteorológicas del SMN (2015).

3.4.5.1 ISOTERMAS

Son líneas que unen puntos de igual temperatura, en donde la correlación, va en función de la vegetación, de la dinámica de los vientos, de las geoformas y de la presencia de cuerpos de agua, entre otros (Madrid & Ortiz, 2005).

Con respecto a la información cartográfica obtenida, se observa que en el área de estudio la distribución de los rangos de temperatura de alta a baja, respectivamente van; de Noreste con 23 °C a Noroeste con 16.26 °C. (Ver Anexo 3.7)

Tomando en cuenta donde se encuentra el ANP, hipotéticamente se señala que el lugar de estudio se encuentra en un punto de transición en cuanto a la temperatura; principalmente como un indicador, al noroeste del parque se encuentra el Volcán Xinantecátl, la temperatura es predominantemente baja, por otro lado, al Noreste y Sur del parque, la temperatura tiende a ser más alta.

3.4.5.2 ISOYETAS

Son líneas que unen puntos de igual pluviometría, pero, a diferencia de la temperatura, la precipitación no tiene una relación clara con otros fenómenos ya que la dinámica funcional de este fenómeno es muy compleja (Madrid & Ortiz, 2005).

El análisis cartográfico, indica que la precipitación más alta se encuentra en dirección al Oeste con 111.61 mm y Suroeste del ANP y por otro lado la precipitación va siendo más baja con 95.115, en dirección al Noreste del parque. (Ver Anexo 3.8)

3.4.6 HIDROLOGÍA

Por su ubicación y condiciones orográficas y geológicas, el ANP comprende dentro de la subcuenca Río Alto Amacuzac (RH18Ff) que forma parte de la cuenca Río Grande de Amacuzac (RH18F), de la región hidrológica Balsas (RH18) (INEGI, 2010). Dicha región hidrológica se encuentra al Sur del Estado de México y según la Comisión Nacional Forestal (2014); ocupa un 41.77 % del área del Estado. (Ver Anexo 3.9)

En el drenaje de la zona predomina una dirección del flujo Norte-Sur, correspondiente al relieve del piedemonte y también se incluye la morfología asociada a las fallas y fracturas presentes en el área (CEPANAF,2004).

Dentro del polígono existen dos importantes corrientes perennes fluviales las cuales corresponden a: el Río "La Fábrica" que se encuentra al este del polígono y el Río Puenteceillas que se ubica al oeste del límite del parque. Además, dentro del parque se encuentra un manantial en el Río La Fábrica al Sur del polígono. También cabe mencionar, que se encuentran corrientes



perennes de carácter fluvial, que son de orden 1 y 2, y la mayoría de estas corrientes intermitentes conectan a las corrientes perennes (CEPANAF, 2004).

Sin embargo, el IEECC (Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático); ha realizado recientemente aforos y demás estudios con respecto a manantiales dentro del parque, en donde señala que existen 55 manantiales, pero una solicitud institucional establece que es información protegida.

3.4.7 USO DE SUELO

El análisis de uso de suelo y vegetación de una zona determinada es fundamental, ya que, muestra el panorama general de cómo se comporta actualmente el medio físico y qué usos o aprovechamiento se le da al área, además de que muestra la distribución y la abundancia de los tipos de vegetación que se presentan.

De acuerdo con la información cartográfica obtenida (Ver Anexo 3.10), se señala que el 97% del área del parque está conformada por un uso de suelo forestal y el 3% es ocupado por las instalaciones del parque.



Cuadro 3.6. Usos de suelo 2020

Uso de Suelo	Área	Porcentaje
Forestal: Pino-Encino	168.40 ha	46%
Forestal: Encino-Pino	186.74 ha	51%
Instalaciones del Parque	10.86 ha	3%
Total	367 ha	100%

Fuente: Elaboración propia con base en imágenes satelitales de Google Earth Pro (2020) y datos cartográficos de INEGI (2014).

El uso de suelo forestal; se divide en dos tipos de bosque; bosque mixto de pino-encino (51%) y bosque mixto de encino-pino (46%). Este bosque mixto también es asociado a los también llamados bosques templados.

Estos bosques en conjunto con demás vegetación del ANP, desempeñan como todas las especies, papeles importantes dentro del ecosistema y también generan beneficios a los seres humanos, a través de los servicios ambientales; desde el proceso de recarga y regulación de las corrientes de agua, hasta ciertas funciones que contribuyen a la regulación de la temperatura, producción de oxígeno, conservación de suelos y disminución de procesos erosivos y mantenimiento de la humedad (CEPANAF, 2004).

El 3% del área pertenece a las instalaciones del parque, la cuales son destinadas al turismo.



Al Sur, fuera del polígono del parque, pero con proximidad al Este, se encuentran dos localidades, las cuales corresponden a San Antonio Agua Bendita y Monte de Pozo del municipio de Tenancingo.

El uso agrícola no se lleva a cabo dentro del polígono del ANP, pero, se observan terrenos agrícolas que colindan inmediatamente, por lo que es necesario tomar en cuenta. El uso agrícola mencionado, corresponde a agricultura mecanizada continua (en mayor parte) y agricultura manual estacional.

3.4.8 FLORA

El ANP, está constituida de bosque mixto de pino y encino. Este tipo de bosque es característico de zonas montañosas de México, además, constituye una gran parte de la cubierta vegetal de climas templados y subhúmedos contemplada en el país. Cabe mencionar que entre ambos tipos de vegetación existen afinidades y exigencias ecológicas muy importantes por lo que ocupan nichos muy similares, desarrollándose así intrincadamente; por lo que los bosques mixtos de pinos y encinos son muy comunes (Rzedowski, 2006, p. 274).

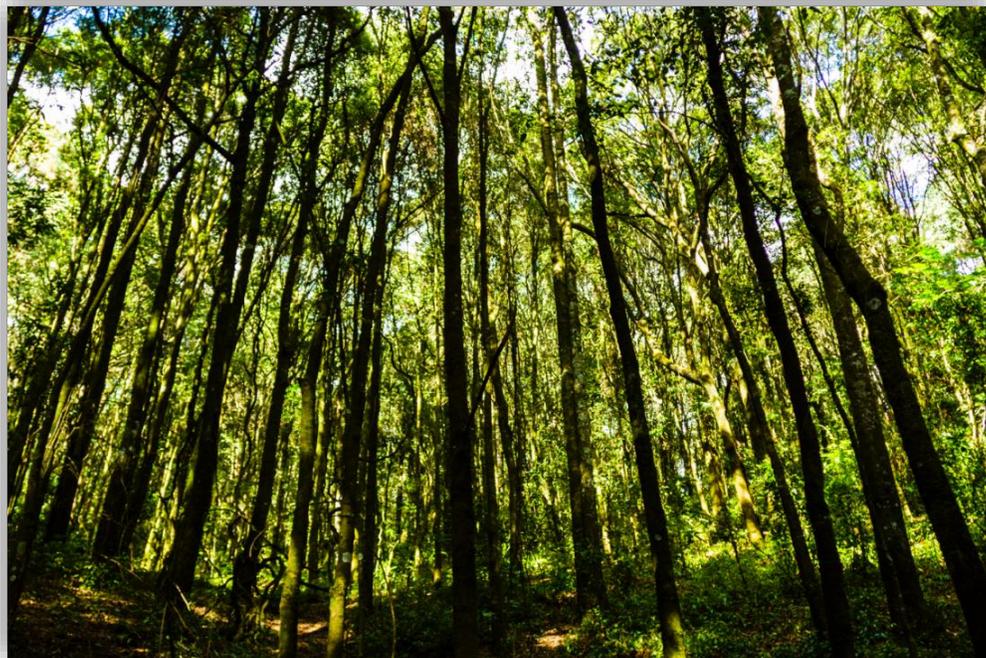


Imagen 3.1. Bosque de encino-pino en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Imagen 3.2. Bosque de Encino-Pino en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).



Sin embargo, también varían las proporciones de cobertura en un bosque mixto de pinos y encinos; dado a que en algunos aspectos no suelen estar en armonía estas especies, como lo son; su fisionomía general, comportamiento estacional, entre otros aspectos más (Rzedowski, 2006, pp. 280-281).

El bosque de encino (*Quercus*) es caducifolio, se presenta comúnmente entre 1200 y 3000 m.s.n.m. y prospera en condiciones de clima Cw generalmente según la clasificación de Koeppen, con temperaturas medias anuales de 12 a 20°C (Rzedowski, 2006, p.274).

El bosque de pino (*Pinus*) suele tener una amplia distribución geográfica, ya que es muy adaptable en cuanto a condiciones climáticas, pero principalmente se encuentra, en zonas con el tipo de clima Cw según la clasificación de Koeppen, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 6 y 28°C y con precipitaciones anuales entre 600 y 1000 mm. (Rzedowski, 2006, pp, 295-297).

Cabe destacar la importancia que tienen los bosques para los seres humanos, por los beneficios que les proveen a través de los servicios ambientales; desde el proceso de recarga y regulación de las corrientes de agua, hasta ciertas funciones que contribuyen a la regulación de la temperatura, producción de oxígeno, conservación de suelos y disminución de procesos erosivos y mantenimiento de la humedad (CEPANAF, 2004).

Los bosques de *pinus* son una comunidad de alguna manera resiliente ya que como lo menciona Rzedowski (2006); los pinos son resistentes a diversas condiciones meteorológicas, a incendios forestales, pastoreo, suelos ácidos, etc.



Cabe destacar que, dentro de este ecosistema de bosque mixto de pino y encino, existe variabilidad de más especies vegetales, que se interrelacionan y de igual manera son afines al entorno de la zona de estudio (Ver Cuadro 3.7).

Cuadro 3.7. Especies de flora presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana

Categoría	Nombre científico	Nombre común
Plantas	<i>Vernonia salicifolia</i>	S/N
	<i>Rumex pulches</i>	Lengua de vaca
	<i>Silene gallica</i>	Calabacilla
	<i>Vinca major</i>	Hierba doncella
	<i>Avena fatua</i>	Avena silvestre
	<i>Tripogandra purpurascens</i>	S/N
	<i>Neobrittonia acerifolia</i>	Malvón
	<i>Cyclanthera integrifolia</i>	S/N
	<i>Pinaropappus roseus</i>	Motita morada
	<i>Dahlia coccinea</i>	Dahlia roja
	<i>Matelea chrysantha</i>	S/N
	<i>Rhynchosia iongeracemosa</i>	S/N
	<i>Echeandia parvifolia</i>	S/N
	<i>Lippia bicolor</i>	Orégano cimarrón
	<i>Tillandsia prodigiosa</i>	Claveles de aire
<i>Pseuderanthemum praecox</i>	Hoja de chile	
Helechos y musgos	<i>Dryopteris pseudofilix-mas</i>	Helecho
	<i>Campylopus introflexus</i>	Musgo
	<i>Polytrichum juniperinum</i>	Musgo birrete o del piso
	<i>Didymodon rigidulus</i>	Musgo verdadero



	<i>Campylophyllum hispidulum</i>	S/N
	<i>Pohlia annotina</i>	S/N
	<i>Amphoritheca longicollis</i>	S/N
	<i>Bryoerythrophyllum jamesonii</i>	S/N
	<i>Oxystegus tenuirostris</i>	S/N
Hongos	<i>Boletus edulis</i>	Selpanza
	<i>Amanita vaginata</i>	Amanita enfundada
	<i>Amanita caesarea</i>	Oronja
	<i>Suillus granulatus</i>	Boletus granulada
	<i>Boletus erythorous</i>	Pie rojo
	<i>Amanita fulva</i>	Amanita rojiza
	<i>Cantharellus cibarius</i>	Rebozuelo
	<i>Helvella lacunosa</i>	Oreja de gato negra

Fuente: Elaboración propia con base en el Plan de Manejo del Parque Estatal Hermenegildo Galeana (CEPANAF, 2014).

3.4.9 FAUNA

Es preciso mencionar que la presencia de cierta fauna silvestre dentro de un ecosistema es el resultado de la interrelación de factores físicos, biológicos y evolutivos. Por otro lado, va a depender de que el área brinde la obtención de sus principales satisfactores (CEPANAF, 2014).

Dentro del ANP, se derivan especies específicas de fauna silvestre, las cuales se encuentran estrechamente ligadas con el tipo de vegetación entre otros factores abióticos ya antes mencionados. Dichas especies se encuentran registradas en el plan de manejo del parque y se despliegan a continuación (Ver Cuadro 3.8)

Cuadro 3.8. Especies de fauna presentes en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana

Categoría	Nombre científico	Nombre común
MAMÍFERO	<i>Canis latrans sp</i>	Coyote
	<i>Pappogeomys merriami</i>	Tuza
	<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla de Peter
	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejos
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache
	<i>Nasua narica</i>	Tejón de cozumel
	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra
AVES	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja de Tres Marías/halcón cola roja de Tres Marías
	<i>Melanerpes auritroneo</i>	Carpintero
	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí
	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrion (pinzón de Guadalupe)
	<i>Stelgidopteryx sufficollis</i>	Golondrina
	<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz
	<i>Casmerodius albus</i>	Garza
REPTILES	<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija
	<i>Tamnophis eques</i>	Culebra
	<i>Crotalus sp</i>	Víbora
ANFIBIOS	<i>Bolitoglossa sp</i>	Salamandra

Fuente: Elaboración propia con base en el Plan de Manejo del Parque Estatal Hermenegildo Galeana (CEPANAF, 2014).



3.5 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

3.5.1 POBLACIÓN TOTAL

Para el caso del Parque Estatal “Hermenegildo Galeana” se localizan dos localidades en su área de influencia, que corresponden a San Antonio Agua Bendita y Monte de Pozo, pertenecientes al municipio de Tenancingo, estas comunidades son consideradas debido a su localización inmediata, conectividad y accesibilidad al ANP.

En cuanto a población, ambas localidades agrupan un total de 800 habitantes, las cuales representan el 0.88% del total de la población del municipio de Tenancingo. Se destaca que dichas localidades son de carácter rural, ya que cuentan con una población menor a 2,500 habitantes, de acuerdo con los criterios con INEGI (2010).

Notablemente, la localidad San Antonio Agua Bendita contiene la mayor población de ambas localidades, puesto que representa el 97.62% del total de la población de la zona de influencia del ANP (Ver Cuadro 3.9).

Cuadro 3.9. Población total

Localidad	Población Total
San Antonio Agua Bendita	781
Monte de Pozo	19
Total	800

Fuente: Elaboración propia con base en los Censos y Conteos de Población y Vivienda INEGI (2010).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

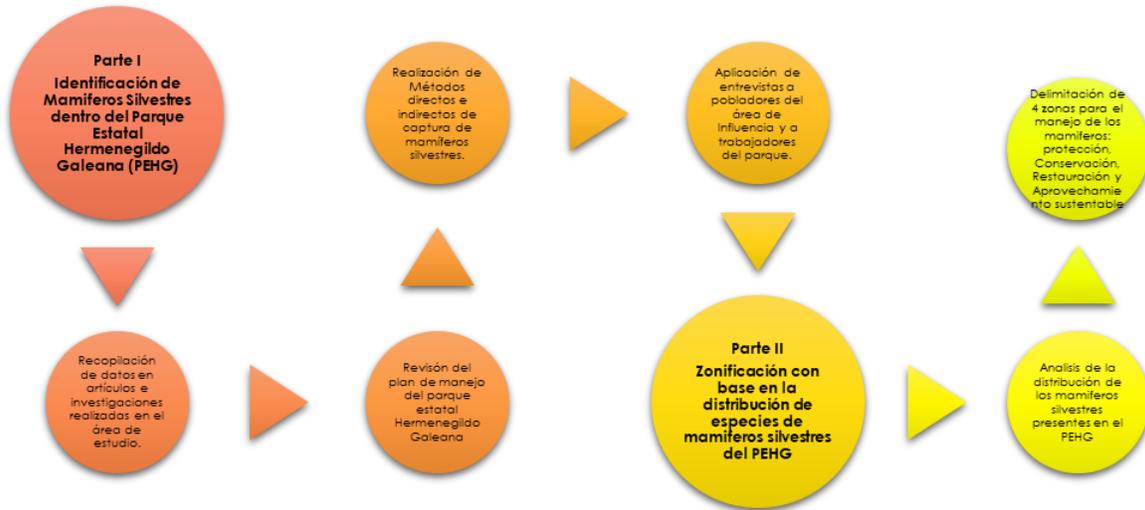
Esta sección del proyecto presenta el procedimiento de investigación diseñado para alcanzar el objetivo general.

La metodología del trabajo de investigación tiene un alcance descriptivo-observacional-mixto, debido a que contiene un apartado de investigación cuantitativa y otro apartado de investigación cualitativa, ésta última explica algunos aspectos de los resultados cuantitativos, como resultado se espera una zonificación de manejo de acuerdo con la distribución de las especies de mamíferos silvestres presentes dentro del polígono del Parque Estatal Hermenegildo Galeana (PEHG); con el fin de poder implementar políticas ambientales.

El procedimiento se compone de dos partes: la primera se refiere a la identificación de los mamíferos silvestre presentes en el parque estatal a través de: la revisión del plan de manejo e investigaciones documentadas realizadas dentro del PEHG, trabajo de campo donde se aplicarán métodos de muestreo para la captura de mamíferos silvestres y se realizarán entrevistas a habitantes de las poblaciones de San Antonio Agua Bendita y Monte de Pozo, así como a trabajadores del parque; la segunda parte consiste en el establecimiento de políticas ambientales a partir de una zonificación, considerando la distribución de mamíferos dentro del parque, adjuntando los datos obtenidos en el trabajo de campo.



Diagrama 4.1. Metodología



Fuente: Elaboración propia (2021).

4.1 IDENTIFICACIÓN Y CAPTURA DE MAMÍFEROS SILVESTRES PRESENTES EN EL PARQUE ESTATAL HERMENEGILDO GALEANA

La presente parte consistió en la obtención de datos referentes a la presencia de las diversas especies de mamíferos silvestres que habitan en el parque. Por ello consta de: la búsqueda de artículos y otras investigaciones documentadas relacionadas con la presencia de fauna silvestre dentro del parque estatal, incluyendo el plan de manejo del parque; la realización de métodos de captura de fauna, enfocados a los mamíferos silvestres, tanto directos como indirectos, y la aplicación de entrevistas a habitantes en la zona de influencia y a trabajadores del parque.

Para la identificación de las especies capturadas se recurrió a diferentes manuales y libros.

4.1.1 MÉTODOS DIRECTOS DE COLECTA

Se realizó una serie de caminatas por senderos, arroyos y manantiales en el área que comprende el parque, con la finalidad de recopilar diversos datos que pudieran permitir la identificación de fauna silvestre, específicamente mamíferos.

Se realizaron cuatro recorridos dentro del Parque Estatal Hermenegildo Galeana; los primeros dos en el mes de julio y agosto del año 2020, posteriormente el tercer y cuarto fueron en el mes de marzo y abril del año 2021.

Imagen 4.1. Recorridos en trabajo de campo



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

4.1.2 MÉTODOS INDIRECTOS DE COLETA

Trampas Sherman Y Trampas Tomahawk

Se utilizaron dos trampas Tomahawk y dos trampas Sherman, las cuales fueron colocadas por cinco días, intercaladas en distintos sitios inmersos en el bosque, cerca de algunas veredas u otros lugares o elementos clave que se pudieran relacionar con la presencia de animales como excretas, huellas, árboles frutales, corrientes de agua, manantiales, etc.

Imagen 4.2. Colocación de trampa Tomahawk



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Ambos tipos de trampa fueron atadas en árboles fuertes, cubiertas con hojarasca y ramas, con el fin de camuflar las trampas para que existiera una mayor probabilidad de que los animales entraran.

Como cebo para atraer a los animales, se colocó dentro de las trampas manzana con avena y se utilizó vainilla como esencia.

Las trampas permanecían colocadas en cada punto en un lapso de 24 horas, por lo que se monitoreaban al amanecer y al anochecer.

Imagen 4.3. Trampa Tomahawk con cebo



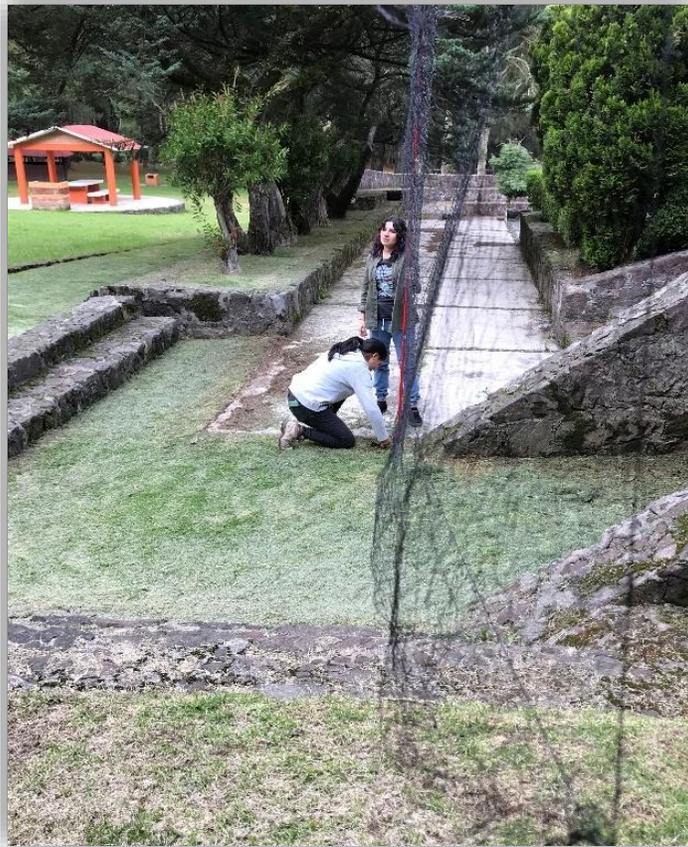
Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Redes de niebla

Para la captura de murciélagos, se utilizó una red de niebla de nylon color negro, de seis metros de longitud por dos metros de altura, sujeta por medio de varillas de aluminio en cada extremo de la red, clavadas al suelo. La red se instaló cerca de la salida del refugio de estos animales para poder facilitar su captura, colocándola alrededor de dos horas, realizadas en los días que se visitó el parque.

Los murciélagos que quedaban atrapados en la red se desprendían de ella manualmente con guantes de carnaza para almacenarlos en bolsas de manta y posteriormente manipularlos e identificarlos.

Imagen 4.4. Colocación de red de niebla de nylon



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo, (2020).

Imagen 4.5. Murciélago (*Myotis Velifer*) capturado en red de niebla



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Cámaras Trampa

Se colocaron dos cámaras trampa de la marca Cuddeback Back Flash E30-20 en ocho puntos distribuidos en toda el área del ANP (Ver Cuadro 4.1). Los sitios en donde se situaron las cámaras trampa se tomaron en cuenta de manera estratégica, donde pudieran ocurrir avistamientos de fauna silvestre. Las cámaras se fueron cambiando de lugar cada mes aproximadamente, hasta completar los ocho sitios estratégicos, el muestreo se llevo a cabo durante 4 meses (julio y agosto de 2020, marzo y abril de 2021). Los aspectos considerados para la colocación de las cámaras fueron; senderos o caminos que los animales del lugar crean para llegar a cuerpos de agua o en busca de comida.



Imagen 4.6. Cámaras trampa utilizadas en campo



Fuente: Imagen obtenida en campo (2021).

Para el procedimiento de colocación de las cámaras trampa se siguieron todas las recomendaciones establecidas en Chávez *et al.*, (2013).

Al colocar cada cámara trampa en los troncos de los árboles seleccionados, se consideró la orientación Norte - Sur, tomando en cuenta la existencia de sombra, para evitar la activación de la cámara por efecto de los rayos del sol, además se limpió la zona aproximadamente a tres metros alrededor de esta, para evitar el movimiento de la vegetación por efecto del viento, al mismo tiempo, se evadieron senderos usados por los visitantes, para impedir accionar las cámaras y tomar fotos y videos innecesarios que sean material no deseado.

Imagen 4.7. Colocación de cámara trampa



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2021).

Cuadro 4.1. Coordenadas de la ubicación de cámaras trampa

Sitio	Nombre de paraje	X	Y	Altura M.S.N.M
1	Camino a peña blanca	433731	2102498	2491
2	Camino del lince en la unión de caminos	435804	2102208	2444
3	Deslave	435411.152	2102065.16	2406
4	Paso de la ardilla	435051.119	2102776.42	2557
5	Paso del venado	435638	2102097	2451
6	Sendero interpretativo	436062	2102708	2621
7	Cascada del lince	435845	2102444	2504
8	Mesa del toro	434664	2102979	2717

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en trabajo de campo (2020).

4.1.3 ENTREVISTAS

Mediante el trabajo de campo desarrollado en el área de estudio, se realizaron entrevistas a personas locales de San Antonio Agua Bendita y Monte de Pozo, incluyendo a guardabosques y trabajadores del parque, con el fin de obtener la recopilación de datos, sobre la presencia de mamíferos silvestres dentro o cerca del Parque Estatal Hermenegildo Galeana, para poder realizar una comparación con la información obtenida a partir de los métodos de identificación aplicados.

Imagen 4.8. Entrevista a personas locales



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2021).

Imagen 4.9. Entrevista a personas locales



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2021).

Formato de aplicación de entrevistas

El formato de aplicación de entrevistas (Ver Anexos 4.1 y 4.2), se elaboró con preguntas estructuradas, consistiendo en una serie de preguntas fijas que han sido preparadas con anterioridad, para poder aplicarlas a todos los entrevistados, con el fin de recopilar datos acerca de la existencia de las especies de mamíferos silvestres presentes en el parque.

Las preguntas fueron formuladas utilizando un lenguaje simple y conciso acerca de la temática de estudio, con el fin de que los entrevistados sintieran la confianza y comodidad al responder cada pregunta, ayudando a que no se registraran dificultades en la comprensión de las preguntas.



El tamaño de la muestra fue de un total de 50 entrevistas; tres aplicadas a la administración del parque, la primera dirigida al administrador general y las dos restantes a los guardaparques, las otras 47 entrevistas fueron aplicadas a algunos habitantes de las localidades de Monte de Pozo, y San Antonio Agua Bendita. Es preciso mencionar, que las entrevistas se centraron a personas de escasos recursos, con viviendas más cercanas al bosque; puesto a que normalmente existe una relación más común entre este grupo de personas con el bosque. Como resultado de las respuestas obtenidas, se realizó un análisis de información primaria, que permite interpretar la presencia de la fauna silvestre conocida por los pobladores del área de influencia del parque.

Imagen 4.10. Entrevista a trabajadores del parque



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Las entrevistas constaron de 5 preguntas; la primera pregunta fue de manera introductoria, en la cual se adentró al aprovechamiento de todos los recursos naturales del parque; como el uso de madera, hongos, tierra, plantas, animales u otro recurso natural. Con ello se valoró únicamente el porcentaje de uso de los mamíferos silvestres del lugar.

En segunda instancia, y de manera puntual al tema, se formularon preguntas acerca del avistamiento de algún mamífero silvestre, ya fuese vivo o muerto, dentro del área, tales como: coyote, mapache, tejón, venado, gato montés, murciélagos, conejo, ardilla, armadillo y otros. Luego se planteó la pregunta del lugar del avistamiento del animal, como: bosque, cañada, camino, río u otro lugar. Y se cuestionó el tiempo en el que el animal fue visto por última vez; el último mes, el presente año, de cinco años, de cinco a diez años. Por último, se agregó si el entrevistado cree que la fauna en los últimos diez años ha: aumentado, disminuido o mantenido igual.

4.2 ESTABLECIMIENTO DE POLÍTICAS AMBIENTALES CON BASE EN UNA ZONIFICACIÓN DE MANEJO DE MAMÍFEROS SILVESTRES DEL PARQUE ESTATAL HERMENEGILDO GALEANA

En primer lugar, se realizó una zonificación ambiental de acuerdo con la información recopilada en investigaciones documentadas y trabajo de campo realizado; dando como resultado la delimitación de cuatro zonas de manejo correspondientes a las políticas ambientales: de protección, de conservación, de restauración y de aprovechamiento sustentable, con el fin de que exista un uso adecuado y se destine protección y manejo racional a cada zona. Para la delimitación se tomó en cuenta la distribución de las especies de mamíferos silvestres en el polígono, con base en datos obtenidos en trabajo de campo, principalmente datos de foto trapeo (Ver Anexo 4.3) recabados por L. Flores (comunicación personal, junio de 2020),



también se consideraron otros aspectos como: cobertura forestal, hidrología, relieve, etc.

Posteriormente se realizó el establecimiento de las políticas ambientales, sobre la base de un programa de conservación y manejo aplicado en el Parque Estatal "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya". Considerando las características de cada zona delimitada dentro de la zonificación y el uso al que se destinaria.



CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DE LA CAPTURA E IDENTIFICACIÓN DE MAMÍFEROS SILVESTRES PRESENTES EN EL PARQUE ESTATAL HERMENEGILDO GALEANA

Dentro de la búsqueda de información documentada en el Plan de Manejo del Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado “Hermenegildo Galeana” y en diversas investigaciones realizadas en el área de estudio por L. Flores (comunicación personal, junio de 2020); se recopilaron datos de los cuales se obtuvo la presencia de 18 especies de mamíferos, tres se encuentran dentro de la categorización de riesgo bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT

-2010. Cabe mencionar que ninguna especie se encuentra dentro de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), de los mamíferos identificados dentro del área, puesto que se encuentran en una categoría de Preocupación Menor (LC), los cuales se mencionan a continuación: (Ver Cuadro 5.1)

Cuadro 5.1. Listado de especies de mamíferos en el PEHG

Orden	Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Rodentia	Ardilla gris	<i>Sciurus aureogaster</i>		



Cingulata	Armadillo	<i>Dasyus novemcinctus</i>		
Lagomorpha	Conejo	<i>Sylvilagus floridanus</i>		
Carnívora	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	Endémica Amenazada	
	Coatí	<i>Nasua narica</i>		
	Comadreja	<i>Mustela franata</i>		
	Coyote	<i>Canis latrans</i>		
	Gato montés	<i>Lynx Rufus escuinapae</i>		
	Jaguarundi	<i>Herpailurus yagouarundi</i>	No endémica Amenazada	
	Mapache	<i>Procyon lotor</i>		
	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargentus</i>		
Chiroptera	Murciélago orejón mexicano	<i>Corynorhinus mexicanus</i>		
	Murciélago moreno	<i>Eptesicus fuscus</i>		
	Murciélago cola peluda norteño	<i>Lasiurus intermedius</i>		



	Murciélago miotis de Arizona	<i>Myotis occultus</i>		
	Murciélago de las cavernas	<i>Myotis velifer</i>		
Soricomorpha	Musaraña	<i>Cryptotis alticola</i>	Endémica Sujeta a protección especial	
Delphimorphia	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>		

Fuente: Elaboración propia, con base en L. Flores (comunicación personal, junio 2020).



Con el objetivo de brindar una información más acertada, se decidió presentar una lista de los mamíferos silvestres del Parque Estatal Hermenegildo Galeana adjuntando sus características (Ver Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Principales características de mamíferos presentes en el PEHG

Especies registradas en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana	Características del mamífero
Roedores (Orden Rodentia)	
Ardilla Gris (<i>Sciurus aureogaster</i>)	<p>Tamaño y peso: Su peso es aproximadamente de 432 a 690 g y mide de 470 a 573 mm.</p> <p>Características físicas: La parte dorsal es grisácea salpicada con blanco. En la parte ventral varía de blanco a castaño claro. Su cola es larga, esponjada y de coloración blanco a gris.</p> <p>Dieta: Herbívora. Incluye; Semillas como bellotas y piñas de pinos. Frutos como capulines e higos silvestres.</p> <p>Hábitos: Diurno, arborícola y terrestre.</p> <p>Refugio: Árboles huecos y ramas de árboles.</p> <p>Reproducción: Es probable que su reproducción sea en primavera y verano. Con periodo de gestación aproximadamente de 44 días, con 4 crías por camada</p> <p>Importancia: Dispersores de semillas de coníferas y árboles frutales.</p>
Armadillos (Orden Cingulata)	
Armadillo (<i>Dasypus novemcinctus</i>)	<p>Tamaño y peso: Mide de 615 a 800 mm. Pesa de 1 a 10 kg.</p> <p>Características físicas: Cuerpo cubierto de un carapacho de 7 a 11 bandas transversales móviles en la parte dorsal. Hocico y cola largos.</p> <p>Dieta: Omnívora. Incluye; Insectos, anfibios, reptiles, huevos y carroña. Rascan para conseguir su alimento.</p> <p>Hábitos: Terrestre, crepuscular, nocturno.</p> <p>Refugio: Madrigueras hasta con 2 m de profundidad.</p> <p>Reproducción: Otoño. 120 días de gestación. Promedio de 4 crías por camada.</p> <p>Importancia: Control de poblaciones.</p>
Liebres y Conejos (Orden Lagomorpha)	

<p>Conejo de Monte (<i>Sylvilagus floridanus</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Mide de 335 a 458 mm. Pesa de 0.9 a 1.8 kg.</p> <p>Características físicas: Varían de acuerdo con el área. Pelaje largo y denso, con coloración parda a grisácea en la parte dorsal, el vientre y la cola se tornan a color blanco.</p> <p>Dieta: Herbívora. Pastos, hiervas, plántulas, legumbres, frutos y granos.</p> <p>Hábitos: Diurno, nocturno, terrestre.</p> <p>Refugio: Pastos, pastizales, arbustos y madrigueras.</p> <p>Reproducción: Durante todo el año, pero, depende del clima, latitud y altitud. Periodo de gestación de 28 días. De tres a cuatri camadas por años, con aprox. de 3 a 5 crías por camada.</p> <p>Importancia: Dependiendo del lugar de origen.</p>
<p>Carnívoros (Orden <i>Carnivora</i>)</p>	
<p>Cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Pesa de 870 a 1100 g. Mide aprox. 616 a 811 mm.</p> <p>Características físicas: Pelaje grueso y tieso de color gris, con tonos cafés y amarillos, de la parte ventral se torna a color blanco. Cola anillada, con bandas intercaladas negras y blancas.</p> <p>Dieta: Omnívora. Incluye; Pequeños mamíferos, insectos, frutos, aves y reptiles.</p> <p>Hábitos: Nocturno, terrestre.</p> <p>Refugio: Entre cavidades de rocas o en huecos de árboles.</p> <p>Reproducción: De febrero a mayo, con aprox. 8 semanas de gestación. La camada varía entre 1 a 4 crías.</p> <p>Importancia: Controladores de poblaciones de insectos, dispersores de semillas de árboles frutales.</p>
<p>Tejón, coatí o coatimundi (<i>Nasua narica</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Mide de 850 a 1340 mm y pesa de 4 a 6 kg.</p> <p>Características físicas: Coloración dorsal con tonos; castaño-oscuro, castaño-dorado y castaño-rojizo. Tienden a ser más claros del cuello a los hombros. Con color blanco alrededor de los ojos y en dos líneas frontales hacia el hocico. Y la cola presenta bandas oscuras muy poco visibles.</p> <p>Dieta: Herbívora. Se alimenta de frutos y animales que se encuentran principalmente en hojarascas, debajo de rocas y troncos o en árboles y en ciertos casos también</p> <p>Hábitos: Diurno y terrestre.</p> <p>Refugio: Cuevas grietas, huecos o ramas gruesas y altas de árboles.</p> <p>Reproducción: Entre enero y abril, con gestación de 10 a 11 semanas. Camadas de 2 a 7 crías</p>



	<p>Importancia: Control de poblaciones y dispersión de semillas de árboles frutales.</p>
<p>Comadreja (<i>Mustela frenata</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Pesa de 85 a 340 g y mide de 215 a 350 mm.</p> <p>Características físicas: De cuerpo largo y delgado con patas muy cortas. Su cola es larga y delgada, casi de la misma longitud que su cuerpo. Sus orejas son cortas.</p> <p>Dieta: Carnívoros. Se alimentan de ratones, tuzas, musarañas, ardillas, conejos y aves.</p> <p>Hábitos: Diurna, nocturna y terrestre.</p> <p>Refugio: Hacen sus madrigueras en túneles, cavidades entre rocas y troncos caídos o huecos.</p> <p>Reproducción: Se aparean en verano y los nacimientos ocurren en marzo y abril.</p> <p>Importancia: Con un número de crías de 6 a 9.</p>
<p>Coyote (<i>Canis latrans</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Mide a 1075 a 1150 mm. Pesa de 8 a 20 kg.</p> <p>Características físicas: De hocico alargado y orejas puntiagudas. De color café, gris y hasta rojizo. En partes inferiores se tornan colores más claros. La cola tiene la punta de color negro.</p> <p>Dieta: Carnívora. Y consiste en vertebrados pequeños; tuzas, conejos, ardillas, ratones, aves, lagartijas. En grupos pueden hasta cazar venados.</p> <p>Hábitos: Diurno.</p> <p>Reproducción: De enero a abril. Periodos de gestación de 9 semanas. Camadas de aprox. 6 crías.</p> <p>Importancia: Control de poblaciones de vertebrados pequeños.</p>
<p>Gato Montes o Lince (<i>Lynx rufus</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Pesa entre 5.7 a 31 kg. Y mide de 60 a 100 cm.</p> <p>Características físicas: Pardo rojizo ligeramente moteado con tonos grises, cafés y negros en las partes superiores, en la parte ventral se torna a tonos más claros hasta blanco. Se distingue en México, por el tamaño de su cola.</p> <p>Dieta: Carnívora. Incluye; mamíferos pequeños.</p> <p>Hábitos: Crepuscular, nocturno y terrestre.</p> <p>Refugio: Cuevas, árboles huecos, pastizales o matorrales densos y altos.</p> <p>Reproducción: En los últimos meses del año y a finales de primavera, con 50 días de gestación y nacen en promedio 3 crías.</p> <p>Importancia: Control de poblaciones de pequeños mamíferos.</p>
<p>Jaguarundi (<i>Herpailurus yagouaroundi</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Mide entre 50 y 70 cm y pesa entre 3.5 a 9 kg.</p>

	<p>Características físicas: Felino alargado, con cola larga. Color más o menos uniforme que varía entre gris y café.</p> <p>Dieta: Carnívora. Incluye; Reptiles, aves y mamíferos pequeños de tercer orden.</p> <p>Hábitos: Diurno y terrestre.</p> <p>Refugio: Pequeñas cuevas o trocos huecos.</p> <p>Reproducción: Comúnmente entre enero y marzo, con periodo de gestación de 72 a 75 días y nacen aproximadamente 4 crías.</p> <p>Importancia: Control de poblaciones de pequeños vertebrados.</p>
<p>Mapache (<i>Procyon lotor</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Mide aprox. de 603 a 950 mm. Pesa de 3 a 9 kg.</p> <p>Características físicas: Largo, de color gris a negra, como algunos tonos de amarillo pardo, en la parte ventral se torna a un color más claro; de amarillo pardo a gris. La cola es anillada con colores intercalados de pardo oscuro y negro a gris claro. En el rostro se presenta una mancha negra en alrededor de los ojos alargándose en las mejillas en forma de antifaz.</p> <p>Dieta: Omnívora. Tienen una dieta muy amplia, que va desde; frutos, semillas, insectos, cangrejos, camarones de río, peces, ranas, tortugas, huevos de tortuga, aves pequeñas, ratones, ardillas, conejos, liebres hasta basura de zonas urbanas.</p> <p>Hábitos: Terrestre, crepuscular, nocturno.</p> <p>Reproducción: Durante todo el año, con más frecuencia en invierno. Gestación de aprox. 63 días. Camadas de 1 a 7 crías.</p> <p>Importancia: Controladores de poblaciones de una gran variedad de pequeños vertebrados e invertebrados, dispersores de semillas de árboles frutales.</p>
<p>Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Su peso es de 3 a 5 kg y mide entre 70 y 100 cm.</p> <p>Características físicas: Color gris del lomo a la cola y en partes superiores es color café claro y se torna a blanco. A lo largo del cuerpo hasta la cola tiene una línea media de color café opaco.</p> <p>Dieta: Omnívora. Suelen alimentarse de ratones, ratas y conejos, pero en verano prefieren los frutos e insectos.</p> <p>Hábitos: Nocturno y terrestre.</p> <p>Refugio: Troncos huecos, raíces de árboles caídos y rocas o suelo descubiertos.</p> <p>Reproducción: A finales de febrero y principios de marzo, con 45 días de gestación.</p> <p>Importancia: Regular poblaciones de pequeños vertebrados e insectos. Dispersión de semillas.</p>



Murciélagos
(Orden Chiroptera)

<p style="text-align: center;">Murciélago orejón mexicano (<i>Corynorhinus mexicanus</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Su antebrazo mide alrededor de 39 a 47 mm y pesa entre 6 a 12 g.</p> <p>Características físicas: Orejas Grandes, con aurícula con costillas transversales variables en extensión. Con prominente lóbulo basal. Su pelaje consta de color café claro en el dorso, y la región ventral se torna a color café oscuro.</p> <p>Dieta: Insectívoro.</p> <p>Hábitos: Nocturno.</p> <p>Refugio: Lugares térmicamente estables, no muy fríos, con alta humedad y pocas corrientes de aire.</p> <p>Reproducción: Las hembras guardan sus espermatozoides en otoño y la fecundación se efectúa en invierno. Nacimientos de crías a principios de primavera.</p> <p>Importancia: Regulación de poblaciones de insectos pequeños.</p>
<p style="text-align: center;">Murciélago moreno (<i>Eptesicus fuscus</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Su peso varía de 11 a 23 g y su antebrazo mide de 39 54 mm.</p> <p>Características físicas: Su cuerpo es robusto y su rostro y nariz son anchos, con labios carnosos, con orejas cortas y redondas, dobladas hacia enfrente. Su pelo es suave y brillante con aspecto aceitoso y en el dorso mide menos de 10mm</p> <p>Dieta: Insectívoro.</p> <p>Hábitos: Nocturno.</p> <p>Refugio: Graneros, casas, iglesias, huecos de árboles y cuevas.</p> <p>Reproducción: Patrón reproductivo de mayo a julio, dan a luz una cría por parto.</p> <p>Importancia: Control de plagas de insectos.</p>
<p style="text-align: center;">Murciélago Cola Peluda Norteño (<i>Lasiurus intermedius</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Su antebrazo mide de 45 a 52 mm. Y pesa de 3 a 17 g.</p> <p>Características físicas: El color de su pelaje es amarillo naranja o café amarillento. Sus orejas son más puntiagudas y cortas,</p> <p>Dieta: Insectívoros: como moscas, escarabajos, hormigas y mosquitos.</p> <p>Hábitos: Nocturno.</p> <p>Refugio: Normalmente se encuentra en: palmas, pastizales y áreas boscosas de coníferas.</p> <p>Reproducción: Otoño e invierno, con partos en mayo y junio. Paren de 2 a 3 crías.</p> <p>Importancia: Control de plagas de insectos.</p>

<p>Murciélago Miotis de Arizona (<i>Myotis occultus</i>)</p>	<p>Tamaño y Peso: Su antebrazo mide de 33 a 41 mm. Con un peso de 7 g.</p> <p>Características físicas: De pelaje lacio y sedoso, de color negro, café o dorado amarillento, con dientes y cráneo de gran tamaño.</p> <p>Dieta: insectívoros y capturan a sus presas sobre cuerpos de agua.</p> <p>Hábitos: Crepuscular y Nocturno</p> <p>Refugio: Depende de temperatura y humedad relativa de la zona.</p> <p>Reproducción: En verano, con periodo de gestación entre 50 y 60 días, con una cría.</p> <p>Importancia: Control de población de insectos como mosquitos.</p>
<p>Murciélago de la Cavernas (<i>Myotis velifer</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Su peso varía entre los 15 g, su antebrazo mide de 35 a 46 mm.</p> <p>Características físicas: Orejas largas que poseen de un lóbulo en la base del borde interno. Su pelo es largo, sedoso, y bicolor, en el dorso el color varía de pardo claro a oscuro, y en la parte ventral es de color gamuza cremoso. Membrana intermorfal que envuelve la cola.</p> <p>Dieta: Insectívora. Incluye; insectos que abundan depende de la época del año y del hábitat, pero comúnmente come polillas y escarabajos.</p> <p>Hábitos: Nocturno</p> <p>Refugio: Cuevas, minas y construcciones.</p> <p>Reproducción: Una vez al año, con periodos de gestación de 2 meses aproximadamente. Una cría por camada</p> <p>Importancia: Control de poblaciones de insectos.</p>
<p>Musarañas (Orden <i>Soricomorpha</i>)</p>	
<p>Musaraña (<i>Cryptotis alticola</i>)</p>	<p>Tamaño y peso: Mide de 104 a 128 mm. Pesa 6.7 g.</p> <p>Características físicas: El dorso y la cola son de color café sepia, ligeramente más oscuro en la parte posterior, en la parte inferior se torna a color más claro.</p> <p>Dieta: Omnívora. Incluye; Carroña, musgos, semillas y pequeños invertebrados como; Insectos, y lombrices.</p> <p>Hábitos: Terrestre, Nocturno.</p> <p>Refugio: Túneles y madrigueras bajo el suelo.</p> <p>Reproducción: Abril y octubre. De 18 a 28 días de gestación. De 2 a 10 crías por parto.</p> <p>Importancia: Control de poblaciones, dispersión de semillas.</p>
<p>Marsupiales (Orden <i>Delphimorphia</i>)</p>	
<p>Tlacuache</p>	<p>Tamaño y peso: Mide de 645 a 1017 mm. Pesa de 110 a 2800 g.</p>



(*Didelphis virginiana*)

Descripción física: De color grisáceo con orejas negras, mejillas blanquizcas. La parte ventral es de color más pálida, hasta blanca. Una parte de la cola, las piernas y las patas son negras. Tiene una porción de color negro en la cola es mayor que la blanca. Hocico alargado y orejas largas y redondeadas.

Dieta: Omnívora. Sus principales alimentos son: semillas, flores, frutos, insectos, pequeños vertebrados y carroña.

Hábitos: Nocturno, terrestre y arborícola.

Reproducción: Dos años de reproductividad. Dos apareamientos al año: el primero en enero y febrero, y el segundo en junio y julio. Periodo de gestación de 12.5 a 13 días.

Importancia: Control de poblaciones y dispersión de semillas de algunos árboles.

Fuente: Elaboración propia con base en el libro *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos y Oliva, 2005), y al *Atlas de Fauna y Flora del Estado de México* (Ceballos, et.al., 2018).



5.1.1 RESULTADOS DE MÉTODOS DIRECTOS DE COLECTA

Los recorridos realizados durante el periodo de identificación de mamíferos silvestres ayudaron a obtener algunas huellas y excretas de ciertos animales como: Gato Montés (*Lynx rufus*), Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), Armadillo (*Dasyus novemcinctus*), entre otros.

Además, se obtuvieron otros registros como; animales muertos, frutos mordidos y algunos senderos o veredas que evidentemente no fueron trazados por humanos.

Imagen 5.1. Huella de gato montés (*Lynx rufus*)



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2020).

Imagen 5.2. Huella de Coatí (*Nasua narica*)



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2020).

Imagen 5.3. Excremento Cacomixtle (*Basariscus astutus*)



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2020).



Imagen 5.4. Armadillo (*Dasyus novemcinctus*) muerto



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2020)



5.1.2 RESULTADOS DE MÉTODOS INDIRECTOS DE COLECTA

Trampas Sherman Y Tomahawk

Se realizó la captura de una hembra de la especie *Didelphis virginiana* (Tlacuache), en una de las trampas Tomahawk colocadas.

Imagen 5.5. Captura de un ejemplar de Tlacuache (*Didelphis virginiana*)



Fuente: Fotografía tomada en trabajo de campo (2020).

Redes de niebla

En cuanto a la captura de murciélagos a través de redes de niebla, fueron capturados de manera exitosa, lo que llevo a identificar a la especie como *Myotis velifer*, coloquialmente conocido como Murciélago de las cavernas.

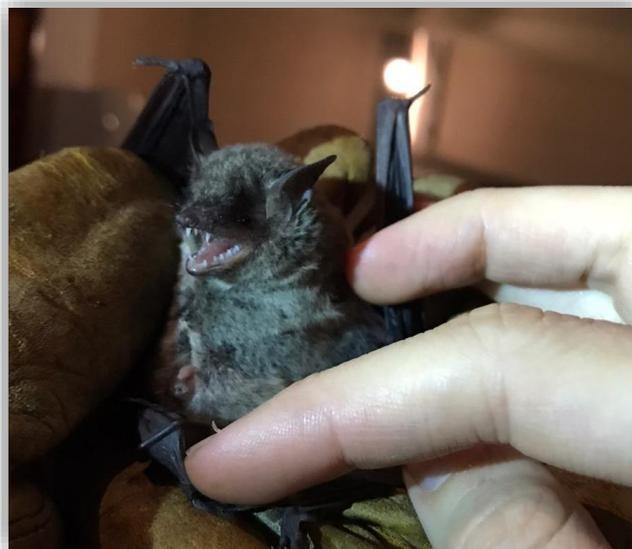
Es necesario recalcar que el parque estatal es refugio temporal para miles de individuos de esta especie, puesto a que emigra a esta zona en los meses de marzo a octubre, pero aún se desconoce su lugar de origen.

Imagen 5.6. Murciélago (*Myotis velifer*) en vuelo



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Imagen 5.7. Identificación de la especie de murciélago (*Myotis velifer*)



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).



Cámaras Trampa

No se tuvo el éxito esperado, en cuanto a la captura de imágenes a través de las cámaras trampa, sin embargo, se lograron capturar cuatro mamíferos, los cuales fueron: tlacuache (*Didelphis virginiana*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) (Ver imágenes 5.8 - 5.11).

Imagen 5.8. Captura de tlacuache (*Didelphis virginiana*) a través de cámara trampa



Fuente: Imagen tomada en trabajo de campo (2020).

Imagen 5.9. Captura ardilla (*Sciurus aureogaster*) a través de cámara trampa



Fuente: Imagen tomada en campo (2020).

Imagen 5.10. Captura de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) a través de cámara trampa



Fuente: Imagen tomada en campo (2020).



Imagen 5.11. Captura de armadillo (*Dasyus novemcinctus*). a través de cámara trampa

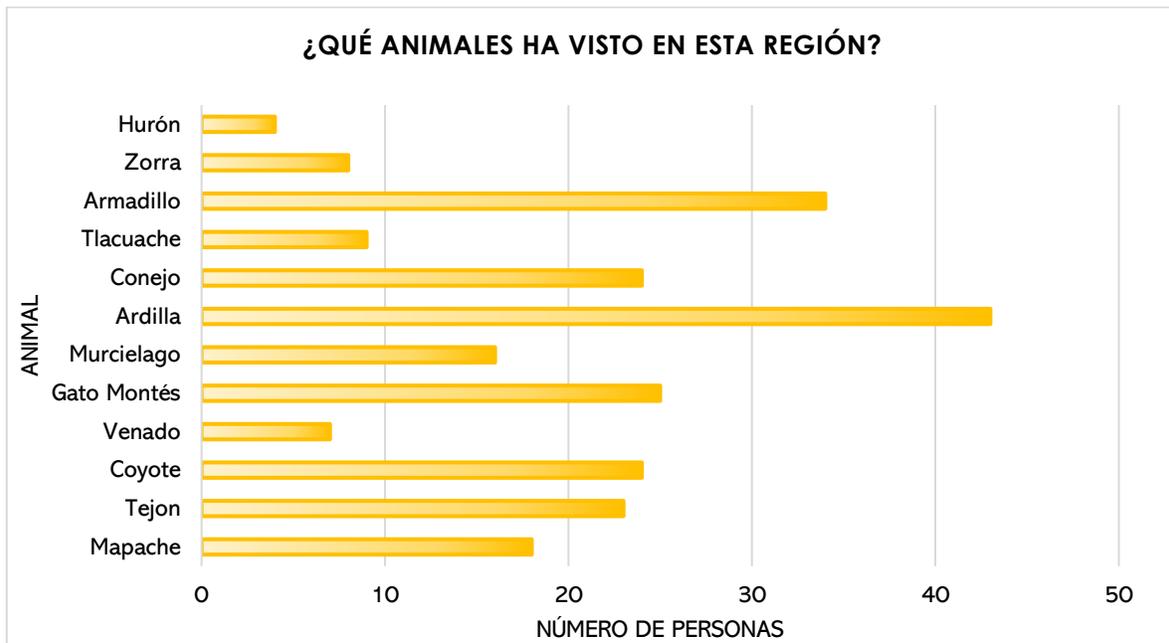


Fuente: Imagen tomada en campo (2020).

5.1.3 RESULTADOS DE ENTREVISTAS A POBLADORES

Las entrevistas realizadas en las localidades de San Antonio Agua Bendita y Monte de Pozo, se hallaron datos que empalmaban con la mayoría de los datos obtenidos anteriormente, a excepción de algunos de estos, ya que no se mencionaban ciertas especies y por otro lado se señaló la presencia de otras dos especies, las cuales son: Hurón y Venado.

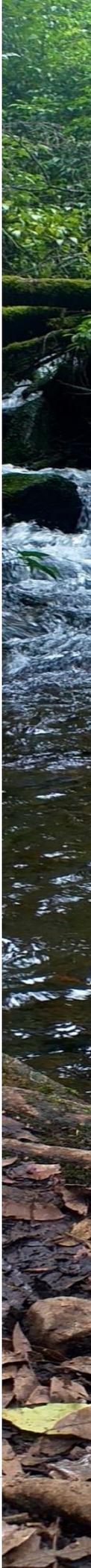
Gráfica 5.1. Animales vistos en la región



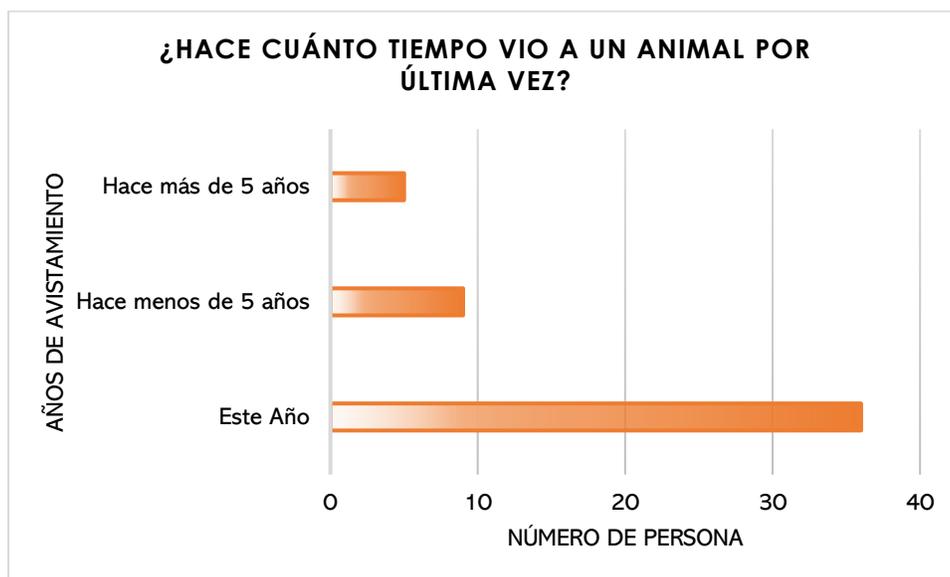
Fuente: Información obtenida en trabajo de campo (2020).

Cabe destacar que la mayoría de los entrevistados señaló que a menudo se observa la presencia de mamíferos, en especial los de talla pequeña; tanto dentro del bosque como cerca de sus viviendas.

Por otro lado, mencionaban que, actualmente ya no se observan algunas especies, como se observaban con anterioridad; como lo son el Venado y el Gato Montés.



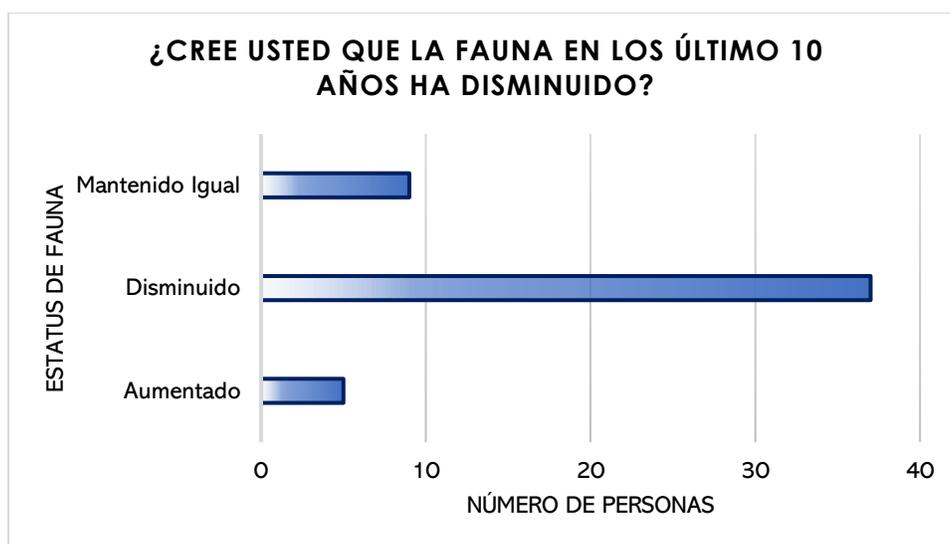
Gráfica 5.2. Tiempo de avistamiento de animales



Fuente: Información obtenida en trabajo de campo (2020).

La mayoría de las personas creen que la fauna en general ha ido disminuyendo, puesto a que afirman que se debe en gran parte a factores ajenos a ellos, ya que una de las causas es la caza furtiva de algunas especies, por parte de personas forasteras.

Gráfica 5.3. Abundancia de fauna en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana



Fuente: Información obtenida en trabajo de campo (2020).

5.2 POLÍTICAS AMBIENTALES CON BASE EN UNA ZONIFICACIÓN DE MANEJO DE MAMÍFEROS SILVESTRES DEL PARQUE ESTATAL HERMENEGILDO GALEANA

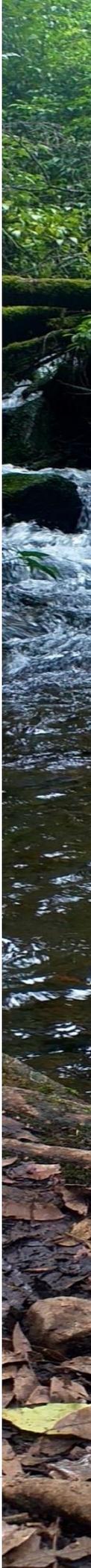
En primera instancia, se realizó una zonificación (Ver anexo 5.) tomando en cuenta las políticas ambientales para su establecimiento, las cuales son: de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable; considerando la distribución de los mamíferos en el parque y otros factores que justifican la concentración de especies dentro del polígono.

A continuación, se explica detalladamente cada una de las políticas ambientales de protección, conservación, restauración y de manejo sustentable, aplicables a la conservación de los mamíferos silvestres del PEHG:

5.2.1 PROTECCIÓN

La zona de protección es un espacio no significativamente alterado y presenta características favorables para su subsistencia (Poder Ejecutivo, 2008). Es decir, que es un área que requiere de una conservación favorable y busca mantener en buen estado el ecosistema. Ocupa alrededor de 63.62 ha equivalente al 17% del polígono del parque.

Se ubica en la parte céntrica del parque, estableciéndose en el área de mayor distribución de los mamíferos silvestres, ya que se concentra la mayoría de las especies de mamíferos presentes en el parque, es decir, en esta zona se hallan de 15 a 18 especies del total de los mamíferos identificados en el parque.



Por otro lado, se tomó en cuenta la presencia del río la fábrica como factor importante, ya que es una de las principales fuentes de sobrevivencia para la fauna silvestre en general, además se consideró que el área es la zona menos impactada y se encuentra alejada de las poblaciones.

Uso principal

Es restringido ya que solo se permitirán actividades para investigación científica y monitoreo ecológico, solo con un permiso expedido por CEPANAF.

Actividades permitidas

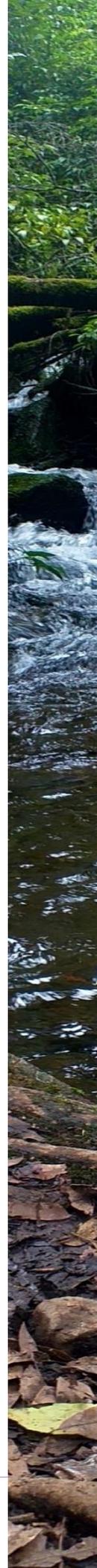
Algunas de las actividades permitidas y no permitidas en la zona de protección del Parque Estatal Hermenegildo Galeana son:

Cuadro 5.3. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Protección

Actividades	Permitido/no permitido
Construcción de infraestructura	
Comercio y Servicios	No
Cabañas	No
Instalaciones recreativas, culturales o administrativas	No
Infraestructura para investigación y monitoreo	No
Caminos pavimentados	No
Caminos no pavimentados	No
Senderos pedestres	No
Senderos ecuestres	No
Senderos ciclistas	No
Senderos interpretativos	No

Alojamiento Ecoturístico	No
Investigación, monitoreo y vigilancia	
Inspección y vigilancia	Permitido
Investigación y monitoreo	Permitido
Colecta científica	Permitido
Extractivas	
Cacería deportiva o de autoconsumo	No
Colecta de flora para autoconsumo	No
Agricultura	No
Agricultura orgánica	No
Pastoreo	No
Ganadería	No
Educativas y recreativas	
Campismo	No
Excursionismo	No
Fotografía	No
Educación ambiental	Permitido
Ciclismo de montaña	No
Jardines y áreas verdes	No
Automotores a campo traviesa	No
Restauración y mantenimiento	
Restauración ambiental	Permitido
Reintroducción/traslocación de especies nativas	Permitido
Creación de charcas para la vida silvestre	Permitido
Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre	Permitido
Manejo forestal sustentable	No

Fuente: Elaboración propia con base en Poder Ejecutivo (2008).



5.2.2 CONSERVACIÓN

Son aquellas áreas que cumplen con funciones ambientales relevantes para el mantenimiento del ecosistema, lo que implica el mantenimiento de los recursos naturales existentes y de sus procesos (Poder Ejecutivo, 2008).

Se encuentra en el centro del polígono del parque, alrededor de la zona de protección; ocupando 72.56 ha, equivalente el 20% del polígono del parque.

Se estableció por ser la segunda área con más abundancia de especies (13 a 15), y también se tomó en cuenta la cercanía a la zona de protección, ya que funge como un cinturón que amortigua daños antropogénicos.

Uso principal

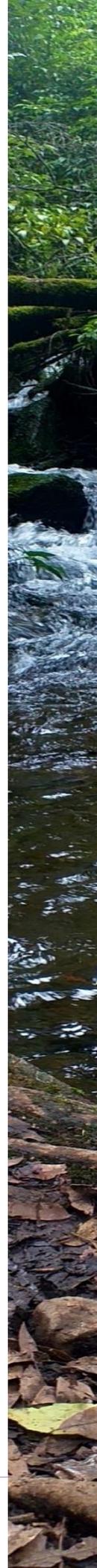
Es la implementación de actividades de monitoreo e investigación científica, y actividades encaminadas a la educación ambiental y se recomiendan acciones de recuperación y conservación de hábitat.

Actividades permitidas

Algunas de las actividades permitidas y no permitidas en la zona conservación del Parque Estatal Hermenegildo Galeana, son:

Cuadro 5.4. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Conservación

Actividades	Permitido/no permitido
Construcción de infraestructura	
Comercio y Servicios	No
Cabañas	No
Instalaciones recreativas, culturales o administrativas	No
Infraestructura para investigación y monitoreo	Permitido
Caminos pavimentados	No
Caminos no pavimentados	Permitido
Senderos pedestres	Permitido
Senderos ecuestres	No
Senderos ciclistas	No
Senderos interpretativos	Permitido
Alojamiento Ecoturístico	No
Investigación, monitoreo y vigilancia	
Inspección y vigilancia	Permitido
Investigación y monitoreo	Permitido
Colecta científica	Permitido
Extractivas	
Cacería deportiva o de autoconsumo	No
Colecta de flora para autoconsumo	No
Agricultura	No
Agricultura orgánica	No
Pastoreo	No
Ganadería	No
Educativas y recreativas	



Campismo	No
Excursionismo	No
Fotografía	No
Educación ambiental	Permitido
Ciclismo de montaña	No
Jardines y áreas verdes	No
Automotores a campo traviesa	No
Restauración y mantenimiento	
Restauración ambiental	Permitido
Reintroducción/traslocación de especies nativas	Permitido
Creación de charcas para la vida silvestre	Permitido
Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre	Permitido
Manejo forestal sustentable	No

Fuente: Elaboración propia con base en Poder Ejecutivo (2008).

5.2.3 RESTAURACIÓN

Esta zona tiene como propósito la rehabilitación de su estado natural, puesto a que ha sido severamente afectada por las actividades antropogénicas, presentando procesos acelerados de deterioro ambiental (Poder Ejecutivo, 2008). De modo que la abundancia de especies de mamíferos en esta zona es menor, concentrándose de 6 a 13 especies, por lo cual será objeto de programas de recuperación o rehabilitación.

Comprende desde los alrededores de la zona de conservación hasta llegar a las orillas del polígono del parque (sin mencionar la parte Este), colinda con los asentamientos humanos en la parte sur. Ocupa alrededor 172.29 ha, equivalente al 47%.

Uso principal

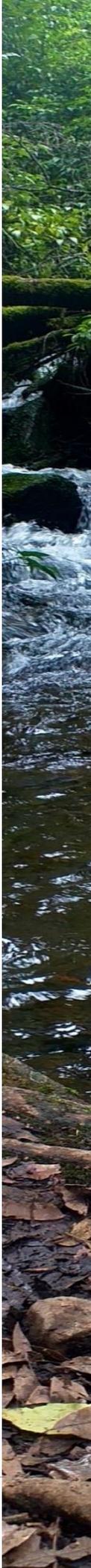
Será la implementación de actividades turísticas y recreativas de bajo impacto ambiental, que no impliquen modificaciones en las características naturales del área y en horarios estratégicamente planeados, controlando el acceso al lugar, para evitar romper la armonía con la fauna, además, se permitirá la implementación de proyectos de reforestación o de recuperación de hábitat para el restablecimiento de las condiciones que propicien la continuidad de los procesos naturales. Por otro lado, se debe contemplar una concentración de visitantes enfocada en la capacidad de carga del ecosistema.

Actividades permitidas y no permitidas

Algunas de las actividades permitidas y no permitidas en la zona restauración del Parque Estatal Hermenegildo Galeana, son:

Cuadro 5.5. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Restauración

Actividades	Permitido/no permitido
Construcción de infraestructura	
Comercio y Servicios	No
Cabañas	No
Instalaciones recreativas, culturales o administrativas	No
Infraestructura para investigación y monitoreo	Permitido
Camino pavimentados	No
Camino no pavimentados	Permitido
Senderos pedestres	Permitido
Senderos ecuestres	Permitido
Senderos ciclistas	No
Senderos interpretativos	Permitido



Alojamiento Ecoturístico	No
Investigación, monitoreo y vigilancia	
Inspección y vigilancia	Permitido
Investigación y monitoreo	Permitido
Colecta científica	Permitido
Extractivas	
Cacería deportiva o de autoconsumo	No
Colecta de flora para autoconsumo	No
Agricultura	No
Agricultura orgánica	No
Pastoreo	No
Ganadería	No
Educativas y recreativas	
Campismo	No
Excursionismo	Permitido
Fotografía	Permitido
Educación ambiental	Permitido
Ciclismo de montaña	No
Jardines y áreas verdes	No
Automotores a campo traviesa	No
Restauración y mantenimiento	
Restauración ambiental	Permitido
Reintroducción/traslocación de especies nativas	Permitido
Creación de charcas para la vida silvestre	Permitido
Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre	Permitido
Manejo forestal sustentable	Permitido

Fuente: Elaboración propia con base en Poder Ejecutivo (2008).

5.2.4 APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

Ocupa alrededor de 58.53 ha equivalente al 16% del polígono del parque, se ubica cerca de las instalaciones y entradas, y colinda con áreas de influencia al Este del parque.

En esta zona la distribución de las especies de mamíferos es muy baja, y se encuentra con un alto impacto ambiental, estimando la presencia de 1 a 6 especies de mamíferos.

Uso principal

Realización de actividades turísticas de recreación y esparcimiento, sin dejar de lado el cuidado y el uso racional de los recursos naturales como: observación de flora y fauna, caminata, senderismo interpretativo, fotografía rural, talleres de educación ambiental, ciclismo de montaña, etc. Además, se permitirá la construcción de instalaciones para el desarrollo de servicios turísticos, para investigación y monitoreo del ambiente, y para educación ambiental. Por lo que se destina que el acceso a esta área estará abierta al público en general.

Actividades permitidas y no permitidas

Algunas de las actividades permitidas y no permitidas en la zona aprovechamiento sustentable del Parque Estatal Hermenegildo Galeana, son:



Cuadro 5.6. Actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Aprovechamiento Sustentable

Actividades	Permitido/No permitido
Construcción de infraestructura	
Comercio y Servicios	Permitido
Cabañas	Permitido
Instalaciones recreativas, culturales o administrativas	Permitido
Infraestructura para investigación y monitoreo	Permitido
Caminos pavimentados	Permitido
Caminos no pavimentados	Permitido
Senderos pedestres	Permitido
Senderos ecuestres	Permitido
Senderos ciclistas	Permitido
Senderos interpretativos	Permitido
Alojamiento Ecoturístico	Permitido
Investigación, monitoreo y vigilancia	
Inspección y vigilancia	Permitido
Investigación y monitoreo	Permitido
Colecta científica	Permitido
Extractivas	
Cacería deportiva o de autoconsumo	No
Colecta de flora para autoconsumo	No
Agricultura	Permitido
Agricultura orgánica	Permitido
Pastoreo	No
Ganadería	No
Educativas y recreativas	
Campismo	Permitido

Excursionismo	Permitido
Fotografía	Permitido
Educación ambiental	Permitido
Ciclismo de montaña	Permitido
Jardines y áreas verdes	Permitido
Automotores a campo traviesa	Permitido
Restauración y mantenimiento	
Restauración ambiental	Permitido
Reintroducción/traslación de especies nativas	Permitido
Creación de charcas para la vida silvestre	Permitido
Mejoramiento del hábitat para la vida silvestre	Permitido
Manejo forestal sustentable	Permitido

Fuente: Elaboración propia con base en Poder Ejecutivo (2008).

Las actividades mencionadas aquí, son ejemplos de actividades compatibles con las políticas ambientales establecidas para el parque, sin embargo, su mención en este apartado no implica una autorización automática, por lo que su desarrollo debe cumplir con la normatividad vigente en la materia.



CAPÍTULO VI. DISCUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, las implicaciones teóricas y prácticas son contrastadas con el marco teórico, con respecto a la biodiversidad del parque, específicamente las 18 especies de mamíferos silvestres presentes en él, ninguna se encuentra enlistada bajo la lista roja de la UICN, ya que se podrían considerar bajo la categoría de Preocupación Menor (LC), teniendo en cuenta que un taxón se considera (LC) cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de riesgo de la lista. No obstante, dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, enlista tres especies de mamíferos en riesgo, dos del orden *carnivora*: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) con distribución endémica y categoría Amenazada (A), así mismo, el Jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) con distribución no endémica, categoría Amenazada (A), ambas encontrándose 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. Por último, se enlista la musaraña (*Cryptotis alticola*) del orden *Soricomorpha* endémica, sujeta a Protección Especial (Pr), por el hecho de llegar a encontrarse igualmente amenazada, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación.

No se resta importancia a los mamíferos por el hecho de no encontrarse todos dentro de los listados de especies en riesgo, puesto que son de suma importancia, debido a que son parte integral de las áreas que habitan y ayudan a mantener el equilibrio ecológico dentro del ecosistema del parque, además, en razón de que ayudan a valorar la importancia y el establecimiento de políticas ambientales a través de las áreas de



zonificación (protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable) para el desarrollo del presente proyecto.

En el caso de las causas de pérdida de biodiversidad durante el desarrollo del trabajo se tomaron en cuenta algunas amenazas presentes que impactan a los mamíferos silvestres del parque estatal: a) pérdida de hábitat: debido a que muchas zonas dentro del parque especialmente las cercanas a asentamientos humanos y zonas agrícolas, son susceptibles al cambio de uso de suelo y aunque no se tenga una transformación completa, existe deterioro de la composición, estructura o función del ecosistema; b) especies invasoras: se pudo percatar la presencia de perros ferales dentro del parque, contemplando que son una especie que no pertenece al ecosistema y depredan a la fauna nativa en especial a los mamíferos pequeños; c) contaminación: se observó la desembocadura de un canal de aguas negras en el río la fábrica, infiriendo que puede repercutir negativamente en la salud de los mamíferos silvestres dado que es fuente importante para su subsistencia.

Respecto al marco jurídico aplicado a nivel Federal, Estatal y Municipal; se encuentra ligado con la conservación de fauna silvestre para poder llegar a un óptimo establecimiento de las políticas ambientales. En este sentido las leyes y normatividades en materia de conservación de la fauna silvestre son concretas, detalladas, adecuadas y explícitas, sin embargo, se concluye que el nivel de efectividad no es el deseado, por falta de seguimiento dentro de las ANP. El análisis del marco jurídico permitió identificar las consideraciones jurídicas Federales, Estatales y Municipales, para salvaguardar la fauna silvestre dentro del área de estudio.



Ahora bien, la caracterización nos permitió hacer un diagnóstico adecuado para entender las condiciones ambientales del área de estudio, prever limitaciones para el desarrollo del proyecto, tomar medidas necesarias de mitigación adecuadas dadas las presiones antrópicas y determinar las actividades contempladas para crear las políticas ambientales, dado a que la conservación efectiva de la biodiversidad depende de la existencia de información adecuada sobre la cual tomar decisiones.

En el desarrollo de la metodología se encontraron algunas inconsistencias durante la compilación de información, principalmente en el listado de mamíferos silvestres contemplados en el Plan de Manejo del Parque Estatal, Ecológico, Recreativo y Turístico "Hermenegildo Galeana"; ya que se mencionan solo nueve de las dieciocho especies de mamíferos que se obtuvieron en el presente trabajo, por lo que es necesario realizar un inventario formal de las especies de mamíferos silvestres dentro del parque, en asistencia con las instituciones correspondientes, como lo es la comisión encargada de los parques estatales en el Estado de México: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, (CEPANAF).

En cuanto a los métodos de colecta directos e indirectos se considera que son insumos fundamentales para la obtención de datos acertados refiriéndonos a un estudio de carácter ambiental, ya que permiten evidenciar aspectos importantes de las especies de una manera no invasiva, sin embargo, no se obtuvo el resultado esperado, por lo que se optó apoyarse de las investigaciones anteriormente realizadas por L. Flores (comunicación personal, junio de 2020).

Con respecto a las entrevistas realizadas a los pobladores de San Antonio Agua Bendita y Monte de Pozo; se percató que la mayoría de las respuestas referentes a la presencia de los mamíferos silvestres, no tenía total veracidad,



puesto a que se mencionaba la presencia de algunas especies que actualmente se descalifican como identificadas, además se observó que existe un mínimo aprovechamiento de algunas especies de mamíferos silvestres, en los que destacan: ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y armadillo (*Dasypus novemcinctus*).

Finalmente, en este capítulo se concluye que, con los datos recabados a partir de las investigaciones teórico-prácticas; sirvieron como base necesaria para lograr el establecimiento de las políticas ambientales factibles, por medio de la delimitación de la zonificación procediendo de la distribución de los mamíferos silvestres en el parque.



CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

Finalmente, se presenta el último apartado de la tesis, el cual contiene conclusiones del trabajo realizado con respecto, si se cumplieron o no los objetivos planteados al principio de este. Principalmente, el objetivo general y los objetivos específicos fueron cumplidos, ya que, con base a la delimitación de la zonificación enfocada en los mamíferos silvestres, se obtuvo el establecimiento de políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable.

A modo de conclusión, se plantea, que es necesario la implementación de estrategias para la conservación y un manejo sustentable de los recursos naturales del Parque Estatal Hermenegildo Galeana, no solo puntualizando en los mamíferos silvestres, sino también considerar la flora y fauna en general del área; para evitar la pérdida y prevenir repercusiones a mediano y largo plazo. Además, para lograr tener éxito con proyectos que tengan como finalidad preservar la vida silvestre, es necesario dar seguimiento y reforzar el marco jurídico que pueda abarcar las condiciones socioeconómicas, ambientales y políticas que permitan su cumplimiento.

Cabe resaltar que este proyecto es relevante, puesto a que no solamente es enfocado a la cobertura forestal, sino que se toma en cuenta su interdependencia con los mamíferos silvestres, ya que los ecosistemas trabajan bajo una estructura estable formada por la vegetación y los animales que la habitan, por lo que es necesario valorar meticulosamente el papel que juegan los mamíferos en la vegetación para mantener los ecosistemas funcionales y productivos en el presente y en el futuro.

Por último, se considera que el proyecto queda abierto a investigaciones y proyectos posteriores para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas que existen dentro del



parque, así como investigaciones que permitan la implementación y desarrollo óptimo de políticas ambientales.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L. (2002). En *Búsqueda del Género Perdido; Equidad en Áreas Protegidas*. Ed. Master Litho S.A., Costa Rica.
- Albert, L. (1965). Contaminación ambiental. Origen clases, fuentes y efectos. En L. Albert. *Diccionario de la Contaminación*. (pp. 37-52). México: Centro de ecología y Desarrollo.
- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. CONABIO. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México.
- Arévalo, J. (2001). Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. (pp.7-12) *Asociación conservacionista de Monteverde*.
- Aritio, B. (1996). *Atlas Temático Zoología Vertebrados*. Barcelona: IDEA BOOKS
- Atilio, E. (2020). *Conceptos de Ecología: Población*. Editorial Científica. Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca. Disponible en: <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/ecologia%202/Poblacion.pdf>
- Ayuntamiento Municipal de Tenancingo. (2021). *Bando Municipal de Tenancingo*. Disponible en: https://tenancingo.gob.mx/wp-content/uploads/mejora/Bando_Municipal_2021.pdf
- Brailovsky, D. (2018). *La conservación de la naturaleza*. Revista Ciencia. UNAM. Vol. 69 (4). pp. 78-87. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/69_4/PDF/14_69_4_1101_ConservacionNaturaleza_L.pdf
- Camacho, A. y Ariosa, L. (2000). *Diccionario de términos ambientales*. (p.8) La Habana: Publicaciones Acuario.
- CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca). (2020). *Glosario de términos ambientales*. Disponible en: <https://www.car.gov.co/vercontenido/2215>
- Carson, R. (1962). *Primavera Silenciosa*. Barcelona: Booket Ciencia. (pp. 15-26)
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). (1992). *Artículo 2: Uso de Términos*. Disponible en: <https://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-02>
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). (2020). *Especies Exóticas Invasoras*. Disponible en: <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-ias-es.pdf>
- Ceballos, G. & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. (pp.30-850). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México. 988 pp
- Ceballos, G., Islas, E., Ponce, E., Cruz, C. & López, R. (2018). *Atlas de Flora y Fauna del Estado de México*. (pp.29-31). Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal. Secretaria de Educación del Gobierno del Estado de México.

- Ceballos, G., List, R., Garduño, G., López, R., Muñozcano, M., Collado, E. & Eivin, J. (2009). *La diversidad biológica del Estado de México*. Volumen Único. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Versión Electrónica. Disponible en: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/EEB_EDOMEX_baja.pdf
- Ceballos, G., Pacheco, J. y Islas, P. (2015). *Bioblitz Parque Estatal Sierra Morelos, Estado de México*. CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna) & Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México. (2014). *Plan de Manejo del Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana*. México.
- CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna). (2020). *Áreas Naturales Protegidas*. Disponible en: http://cepanaf.edomex.gob.mx/areas_naturales_protegidas
- CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna). (2021). *Prontuario de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México*. México.
- CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna). (2020). *Áreas Naturales Protegidas: Categoría de las áreas Naturales. Protegidas*. Disponible en: http://cepanaf.edomex.gob.mx/categoria_areas_naturales_protegidas
- Challenger, A., Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. En: CONABIO. *Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. (pp.12-20) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre: El jaguar en México como estudio de caso*. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México. p. 29-43
- Chávez, C., Ceballos, G., List, R., Salazar, I. & Espinosa, L. (2009). *La diversidad biológica del Estado de México: Mamíferos*. Volumen Único. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario, México, pp. 145-152. Versión Electrónica. Disponible en: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/EEB_EDOMEX_baja.pdf
- Código para la Biodiversidad del Estado de México. (2008). *Gaceta de Gobierno 29 de mayo de 2008*. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/321Ley%20de%20Desarrollo%20For%20estal%20Sustentable%20del%20Estado%20de%20M%C3%A9xico.pdf>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2020). *Áreas Protegidas*. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot>

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2020). *¿Por qué se pierde la biodiversidad?* Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque.html>

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2006). *La diversidad biológica de México: estudio de país*. México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2000). *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y Hombre Naturaleza. (2021). *Los mamíferos del parque Axosco*. México, Editorial Diana, S. A. de C. V.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2006). *Capital natural y bienestar social*. México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2020). *Categorías de riesgo en México*. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico>

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2009). *Manual técnico para beneficiarios: Manejo de vida silvestre*. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manejo-de-vida-silvestre.pdf>

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2014). *Inventario Estatal Forestal y de Suelos 2014 - Estado de México*. 1era ed. 190 pp.

CONANP. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2015) *Áreas protegidas decretadas*. Disponible en: www.conanp.gob.mx/que_hacemos/

CONANP. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2021) *Áreas Naturales Protegidas Decretadas*. Disponible en: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm

CONANP. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2019). *¡Los murciélagos, nuestros héroes nocturnos!* Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/los-murcielagos-nuestros-heroes-nocturnos>

CONAPO (Comisión Nacional de Población) (CONAPO). (2010). *Índice de Marginación por Localidad 2010*. México: CONAPO.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Publicada el 5 de febrero de 1917); Diario Oficial de la Federación. México [Última reforma publicada DOF 28-05-2021]

Díaz-Castelazo, C. y Ruiz, B. (sin fecha). *Relaciones planta-animal en la naturaleza*. INECOL (Instituto de Ecología, A.C). Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/907-relaciones-planta-animal-en-la-naturaleza>

Duhne, M. (sin fecha). *La extinción actual de la biodiversidad*. Ráfagas Revista. Vol. 201. pp. 5-7. Disponible en: http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/201/rafagas_201.pdf

- Escalona, G. & Vargas, J. (2013). *En Campeche La Cueva "El Volcán de los Murciélagos"*. Fomix Campeche Revista. Vol. 5. (7). pp. 6-13. Disponible en https://www.fomixcampeche.com.mx/revistas/FOCARE7_web.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2020). *Las abejas son los diligentes polinizadores de las frutas y cultivos*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s03.html>
- Fiehler, C.M., Cypher B.L., Bremner, S., Pounds, D. (2007). *A theft-resistant adjustable security box for digital cameras*. Journal of Wildlife Management 71:2077-2080
- Flores, A. G., Valle, R., & Monroy-Martínez, R. (2018). Aprovechamiento tradicional de mamíferos silvestres en Pitzotlán, Morelos, México. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 10(2), 111-123.
- Gallina, S. López, C. (editor). (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Volumen I. (pp. 2-10) Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C. Querétaro. México.
- García, A. (1991). *La dispersión de las semillas*. *Ciencias* núm. 24, octubre-diciembre, pp. 3-6. Disponible en: <https://www.revistacienciasunam.com/es/172-revistas/revista-ciencias-24/1569-la-dispersi%C3%B3n-de-las-semillas.html>
- Gobierno del Estado de México. (1975). *Gaceta de Gobierno: "Decreto por el cual se crea el ANP Lic. Isidro Fabela"*. Ed. Gobierno del Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México. (1980). *Gaceta de Gobierno: "Decreto por el cual se crea el ANP Parque Estatal Hermenegildo Galeana"*. Ed. Gobierno del Estado de México, México.
- González, A. (s.f). *Métodos de captura y contención de mamíferos*. Disponible en: González, A. (2011). *Métodos de captura y contención de mamíferos. Manual de técnicas para el estudio de la fauna, 1*, 117-126.
- Halffter G, Ezcurra E. (1992). *¿Qué es la biodiversidad?*. En Halffter G (Comp.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. México. (p. 12)4. Disponible en: https://www.rds.org.co/apc-aa/files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/diversidad_biologica_iberoamerica.pdf
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2015). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Disponible en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15088a.html>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2000). *XII Censo de Población y Vivienda*. México: INEGI.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográfica*. Disponible en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/



- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *XIII Censo de Población y Vivienda*. México: INEGI.
- Islas, F. L. y G. Ceballos. (2018). Depredación de un cincuate (*Pituophis lineaticollis*) y una ardilla arborícola (*Sciurus aerogaster*) por un gato montés (*Lynx Rufus escuinapae*) en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana, Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 1:1-7. ISSN: 2007-4484. Disponible en: www.revmexmastozoologia.unam.mx.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- Jiménez, C., Torres, R. y Corcuera, P. (2020). *Biodiversidad: una alerta*. Disponible en: http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/36_iv_oct_2010/casa_del_tiempo_eIV_num36_09_16.pdf
- Karanth, K.U. y Nichols, J.D. (2002). *Monitoring tigers and their prey, a manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Leff, E. (2013). *Racionalidad Ambiental*. México: Siglo XXI Editores.
- Lemkow, L. (2002). *Sociología Ambiental: Pensamiento Socioambiental y Ecología Social del Riesgo*. Barcelona; Icaria Editorial.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (Publicada el 28 de enero de 1988); Diario Oficial de la Federación. México [Última reforma publicada DOF 18-01-2021].
- Ley General de Vida Silvestre* (Publicada el 3 de Julio del 2000); Diario Oficial de la Federación. México [Última reforma publicada DOF 26-01-2015]
- Ley Orgánica Municipal del Estado de México* (Publicada el 2 de marzo de 1993); Marco Normativo CNDH. México. [Última reforma incorporada 29-08-2020]
- Linares, R. (2012). *Análisis geomorfológico de la DAO usando GIS (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México.
- Llorente, J., & Ocegueda S. (2008). *Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México*. vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322.
- Loa, E., Cervantes, M., Durand, L. & Peña, A. (1998). *Uso de la biodiversidad. En La diversidad biológica de México: Estudio de país*. CONABIO. México. (p. 104). Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais1.pdf>
- López-González, C. (2012). *Capítulo 1: Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación*. En Gallina-Tessaro, S. & López-González (Ed.) *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. (pp. 3-39) Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE-Semarnat. México, D.F.

- Lugo, H. J. I. (1988). *Elementos de Geomorfología Aplicada. (Métodos cartográficos)*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Madrid, A. & Ortiz, L. M. (2005). *Análisis y Síntesis en Cartografía: Algunos procedimientos*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía, Colombia.
- Medina-Torres, S. (2006). Reseña del libro del autor Retana-Guiascón, O. G. 2006. *Fauna silvestre de México. Aspectos históricos de su gestión y conservación*. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000400008.
- Melo, G. (2002). *Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX*. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *La zonificación ambiental de los humedales*. Bogotá, Colombia.
- Monroy, A. (2020). *Áreas Naturales Protegidas, un reto mundial*. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/398-areas-naturales-protegidas-un-reto-mundial#:~:text=Si%20bien%20la%20historia%20de,primer%E2%80%9D%20ANP%20del%20mundo%20decretada>.
- Montoya, J., Solé, R. & Rodríguez, M. (2001). *La arquitectura de la naturaleza: complejidad y fragilidad en redes ecológicas*. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Vol. 10. pp 13. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/11245>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". (Publicada el 30 de diciembre de 2010). Diario Oficial de la Federación. México.
- Núñez, I., González-Gaudiano, É. & Barahona, A. (2003). *La biodiversidad: historia y contexto de un concepto*. Interciencia, 28(7), 387-393. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700006&lng=es&tlng=en.
- Núñez, J. y Tapia, R. (2019). *La Fragmentación del Hábitat y la biodiversidad: Genética de la Selva Húmeda Tropical*. Revista Oikos. Año 10 (23). Disponible en: <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/todos-los-numeros/articulos-antteriores/241-fragmentacion-y-biodiversidad>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1973). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. Disponible en: <https://undocs.org/es/A/CONF.48/14/Rev.1>

- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Disponible en: http://netzwerk-n.org/wp-content/uploads/2017/04/0_Brundtland_Report-1987-Our_Common_Future.pdf
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1992). *Convenio Sobre la Diversidad Biológica*. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1997). *Cumbre para la Tierra +5*. Disponible en: <https://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>.
- Ortiz, C. (2013). Análisis de la biodiversidad vegetal en cuatro potreros de Zacazonapan (pp.13-14). (tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Pérez, A. & Calderón, J. (2018). *Planeación, gobernanza y sustentabilidad: retos y desafíos desde el enfoque territorial*. (p.257) México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/99286/extenso%20R11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, I. (2021). *¿Por qué los mamíferos son especiales?* Disponible en: <http://ciencia.unam.mx/leer/1079/-por-que-los-mamiferos-son-especiales->
- Pichardo, I. (2008). Responsabilidades municipales en materia ambiental. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352009000100012
- Poder Ejecutivo del Estado de México. (2008). Resumen ejecutivo del programa de conservación y manejo del parque estatal denominado "santuario del agua y forestal subcuenca tributaria río mayorazgo-temoaya". Gobierno del Estado de México.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente). (2020). *Mamíferos en México* (Primera parte). Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/mamiferos-en-mexico-primera-parte?idiom=es>
- Quintero, G. (2008). *Políticas públicas y el medio ambiente*. Disponible en: [https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835691:](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835691)
- Quiroga, M. y Peniche, R. (s.f). *Biología II: Fascículo 1. características generales de organismos pluricelulares*. (p.51) Disponible en: https://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/biologia2/bio_2_fasc1.pdf
- RAE (Real Academia Española). (2014). *Definición de: vertebrado*. Disponible en: <https://dle.rae.es/vertebrado>
- Rivera, M. (2015). *Importancia de la Biodiversidad*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Disponible en: <https://www.ciad.mx/notas/item/1209-la-importancia-de-la-biodiversidad#:~:text=La%20biodiversidad%20es%20responsable%20de,depende%20de%2>

Oella%20para%20sobrevivir.&text=La%20biodiversidad%20no%20es%20est%C3%A1tica,com
o%20en%20cada%20organismo%20individual.

Romero, M. L., Sánchez, C., García, C. y Owen, R. (2007). *Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación y estudio*. Disponible en: <http://www.libros.unam.mx/digital/V9/31.pdf>

Rubiano, J. (2011). La investigación en torno a la concepción de vida silvestre: una aproximación al estado del arte en el contexto educativo. (pp.94-96). Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/584>

Ruiz, G. (1993). La fauna silvestre es importante. *Revista Académica de la Universidad Centroamericana* (40). (pp. 39-48.)

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

S Di Bitetti, M. (2008). *Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres*. *Revista Ciencia Hoy*. Vol. 18. (108). pp. 32-41. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/61422/CONICET_Digital_Nro.ebbe6666-83e6-4101-b157-e6524ae58194_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Sader (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2020). *De flor en flor alimentan una nación: polinizadores*. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/de-flor-en-flor-alimentan-una-nacion-polinizadores?idiom=es>

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). (2015). Normales Meteorológicas. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

Sanchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martinez, J. Gómez-Rodriguez, R., Guevara, L., Gutierrez-Granados, G. & Rodríguez-Moreno, A. (2014). *Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. vol. 85, pp. 496-504. Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México

Sarukhán, J., Crabias, J., Koleff, P. & Urquiza-Hass, T. (2012). *Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*. (p.9). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. (CONABIO)

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2007). *Mensaje del Sr. Ahmed Djoghlaf, Secretario Ejecutivo, en ocasión del Día Internacional de la Diversidad Biológica*. (Texto original en inglés) Convenio sobre la Diversidad Biológica, 22 de mayo de 2007. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/speech/2007/sp-2007-05-22-es-en.pdf> Fecha de consulta: julio de 2016.



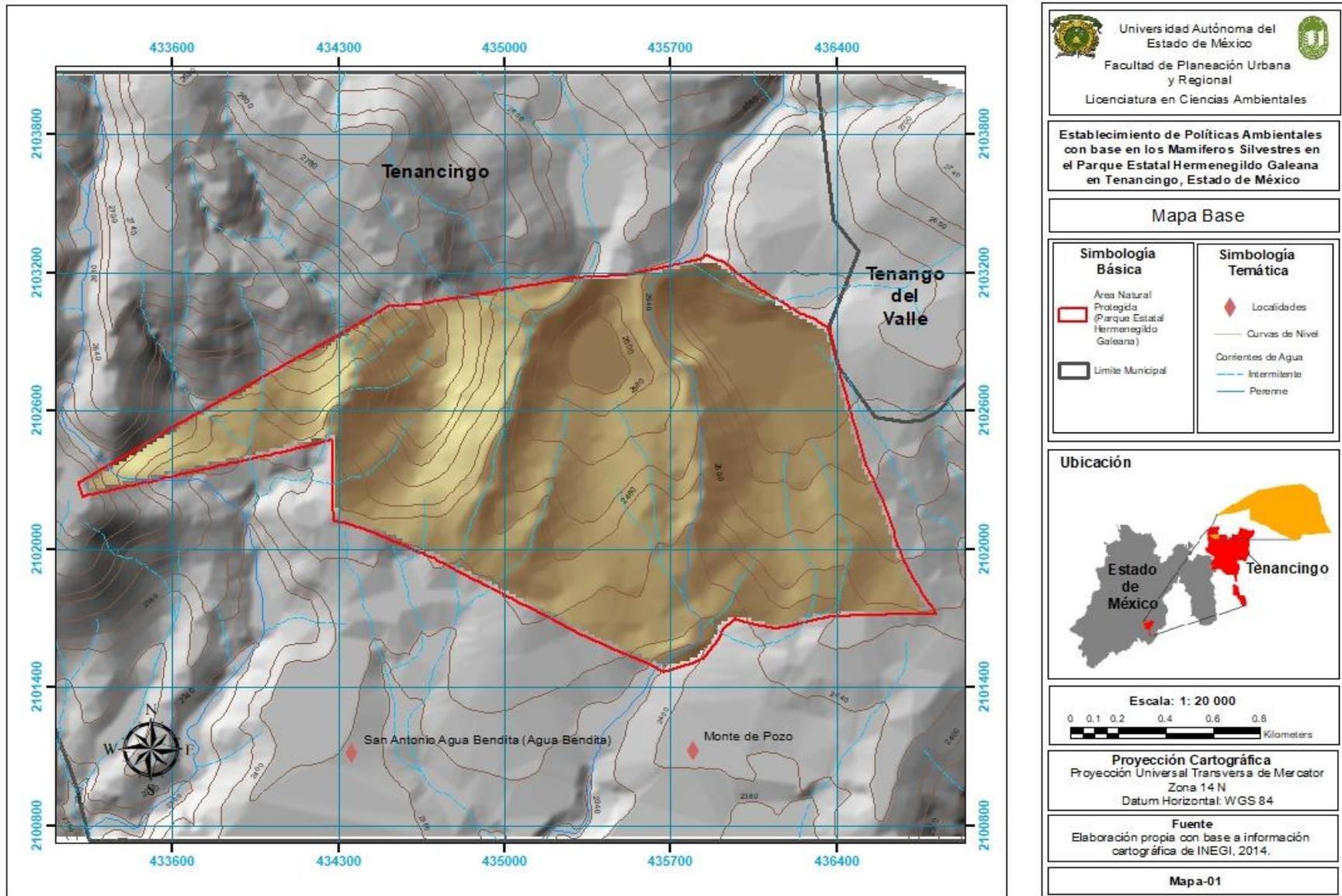
- Secretaría de Medio Ambiente (2006) Las áreas naturales protegidas del Estado de México en la línea del tiempo [Dispositiva de PowerPoint]. Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales
- SEDENA (Secretaría de Defensa Nacional) (2019). *13 de abril de 1762: Secretaría de la Defensa Nacional*. Disponible en: <https://www.gob.mx/sedena/documentos/13-de-abril-de-1762-natalicio-de-hermenegildo-galeana>.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2015a) *Sistema de unidades de manejo*. Disponible en: www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. (pp. 191-237). Edición 2015. SEMARNAT. México.
- SEMARNAT. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2016). *Conservación de la Vida Silvestre en México*. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/conservacion-de-la-vida-silvestre-en-mexico>
- SEMARNAT. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2015). *Atlas del Agua en México 2015*. SEMARNAT. México. 2015b.
- Sepúlveda, L. (1999). *La contaminación Ambiental Antecedentes, actividades y noticias*. Santiago: Ministerio de Educación de Perú.
- Silver, S. (2004). *Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara*. Wildlife Conservation Society, Nueva York.
- Tarbut, E.J. y Lutgens, F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología física*. 8ª ed. 710 pp. Pearson Prentice Hall.
- UACJ (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez). (2013). *Introducción en Áreas Naturales Protegidas*. Disponible en: <http://www3.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas%20tecnicas/AREAS%20NATURALES%20PROTEGIDAS.pdf>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas* Editado por Nigel Dudley. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/PAPS-016-Es.pdf>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2020). *Lista Roja*. Disponible en: <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/pol%C3%ADticas-de-biodiversidad/lista-roja-de-uicn>

- UICN. (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2020). *Acerca de la UICN*. Disponible en: <https://www.iucn.org/es/acerca-de-la-uicn>
- Ulloa, J. (2012). *¿Por qué debemos conservar la fauna silvestre? (p.67)* Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/98/99>
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2020). *Parque Nacional de Yellowstone*. Disponible en: <https://whc.unesco.org/es/list/28#>
- Valenzuela, E. & Silva, A. (s.f). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL HUMEDAL TIBANICA: ZONIFICACIÓN AMBIENTAL. Bogotá, Colombia.
- Vizcaíno, A. y Ceballos, G. (1992). *Tierra Antigua: naturaleza del Estado de México*. Gobierno del Estado de México, Toluca.
- Wilson, D., Cole, R., Nichols, J., Rudran R., Foster M. (1996). *Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres
- WWF (2020) Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland. Aguilar, L. (2002). *En Búsqueda del Género Perdido; Equidad en Áreas Protegidas*. Ed. Master Litho S.A., Costa Rica.
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). (2012). *La lucha contra el tráfico ilícito de vida silvestre: una consulta con los gobiernos*. Dalberg, Londres: Dalberg
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). (2018). *Cinco acciones para conservar la vida silvestre*. Disponible: <https://www.wwf.org.mx/?332061/Cinco-acciones-para-conservar-la-vida-silvestre>
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). (2020). *Causas de la pérdida de biodiversidad*. Disponible en: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/especies_y_habitats/conservacion_de_especies_amenazadas/
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). (2020). *Descubre WWF: ¿Qué .Hacemos?* Disponible en: <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/que-hacemos>
- Zamora, C. y Martínez, J. (2004). *Los animales, objeto del estudio zoológico*. En F. Rodríguez. Proyecto Andalucía. Naturaleza. Tomo XIII: Zoología I. (pp. 18-32). España: Sevilla

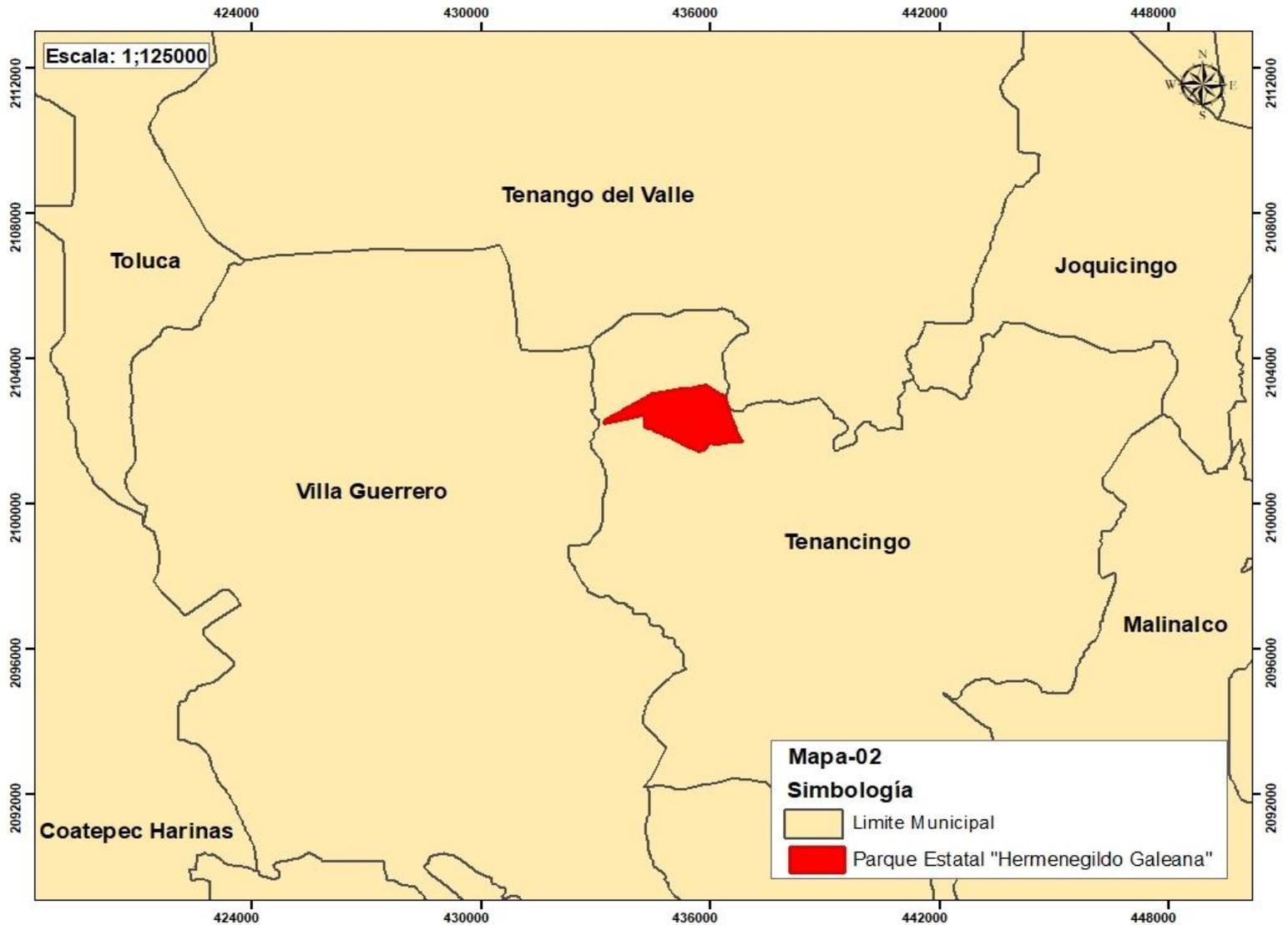


ANEXOS

Anexo 3.1. Mapa Base

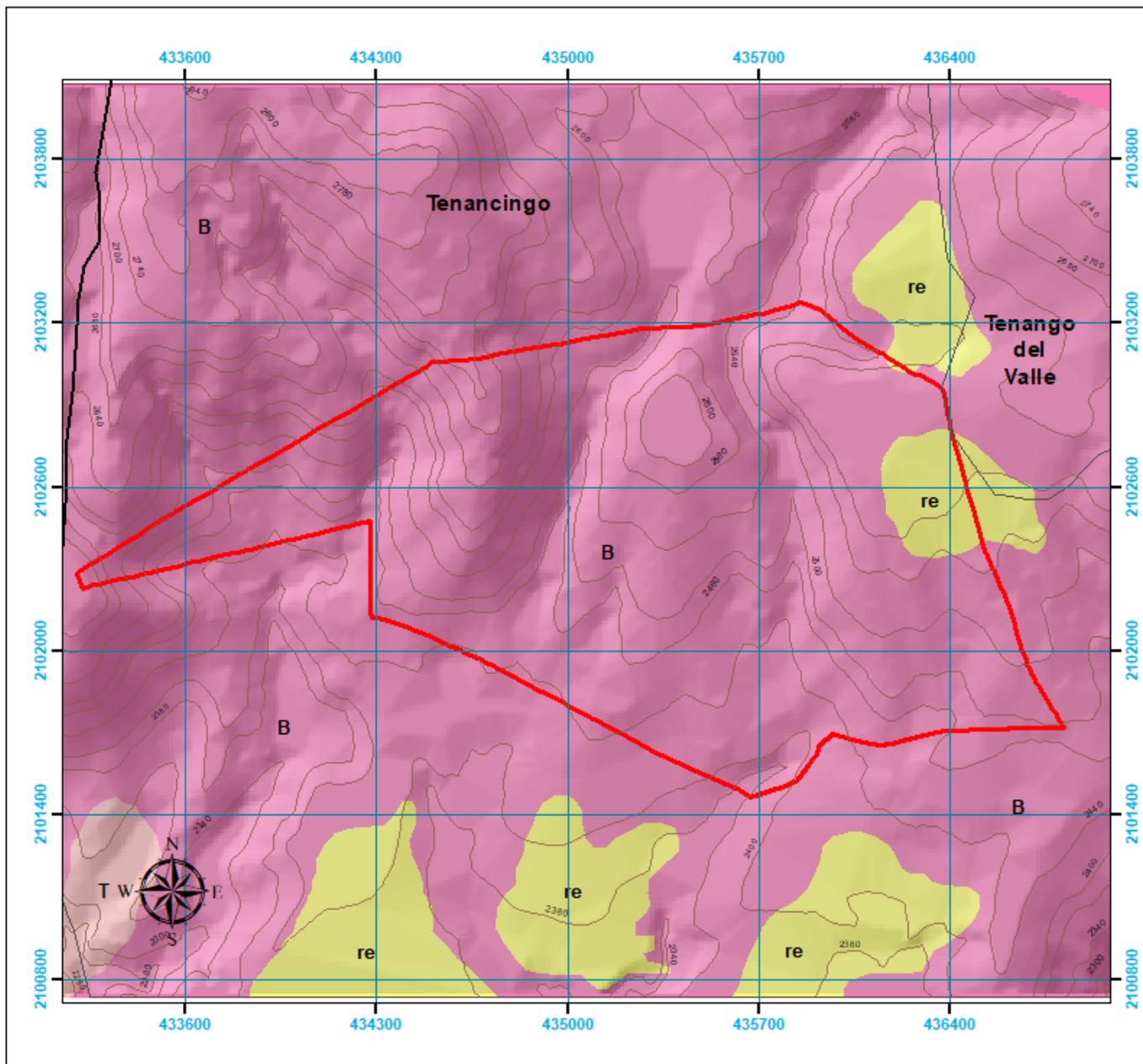


Anexo 3.2. Mapa de Ubicación



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica de INEGI, 2014.

Anexo 3.3. Mapa de Geología



Universidad Autónoma del
 Estado de México
 Facultad de Planeación Urbana
 y Regional
 Licenciatura en Ciencias Ambientales

**Establecimiento de Políticas Ambientales
con base en los Mamíferos Silvestres en
el Parque Estatal Hermenegildo Galeana
en Tenancingo, Estado de México**

Mapa Geología

Simbología Básica

- Área Natural Protegida (Parque Estatal Hermenegildo Galeana)
- Límite Municipal
- Curvas de Nivel

Simbología Temática

- re Residual
- B Basalto
- T Toba
- Fractura

Ubicación

Escala: 1: 20 000

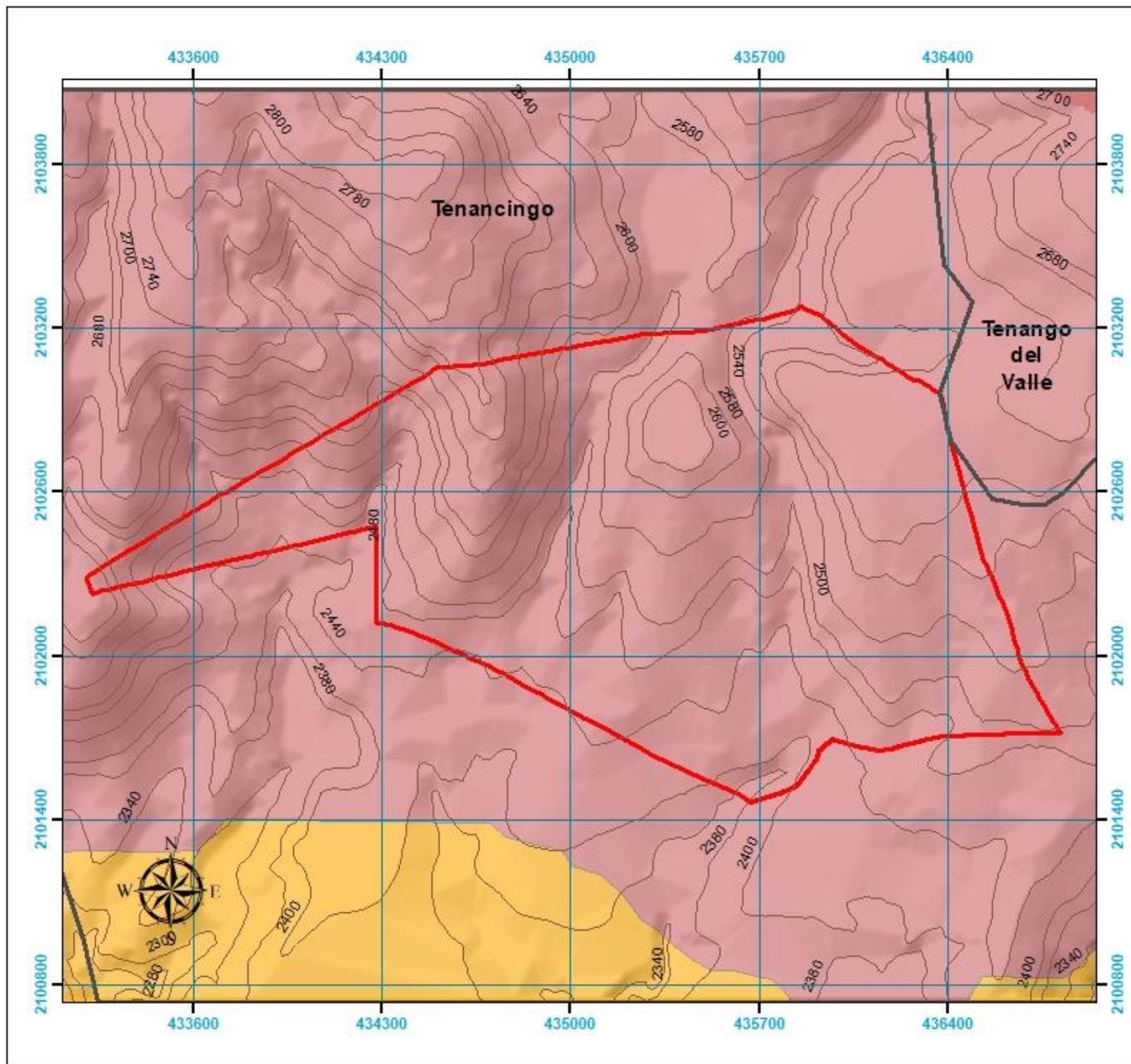
Kilometers

Proyección Cartográfica
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona 14 N
 Datum Horizontal: WGS 84

Fuente
 Elaboración propia con base a información cartográfica de INEGI, 2014.

Mapa-03

Anexo 3.4. Mapa de Relieve





Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

Licenciatura en Ciencias Ambientales



Establecimiento de Políticas Ambientales con base en los Mamíferos Silvestres en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana en Tenancingo, Estado de México

Mapa Relieve

Simbología Básica	Simbología Temática
<ul style="list-style-type: none"> Área Natural Protegida (Parque Estatal Hermenegildo Galeana) Limite Municipal Curvas de Nivel 	<ul style="list-style-type: none"> Lomerío Sierra

Ubicación



Escala: 1: 20 000



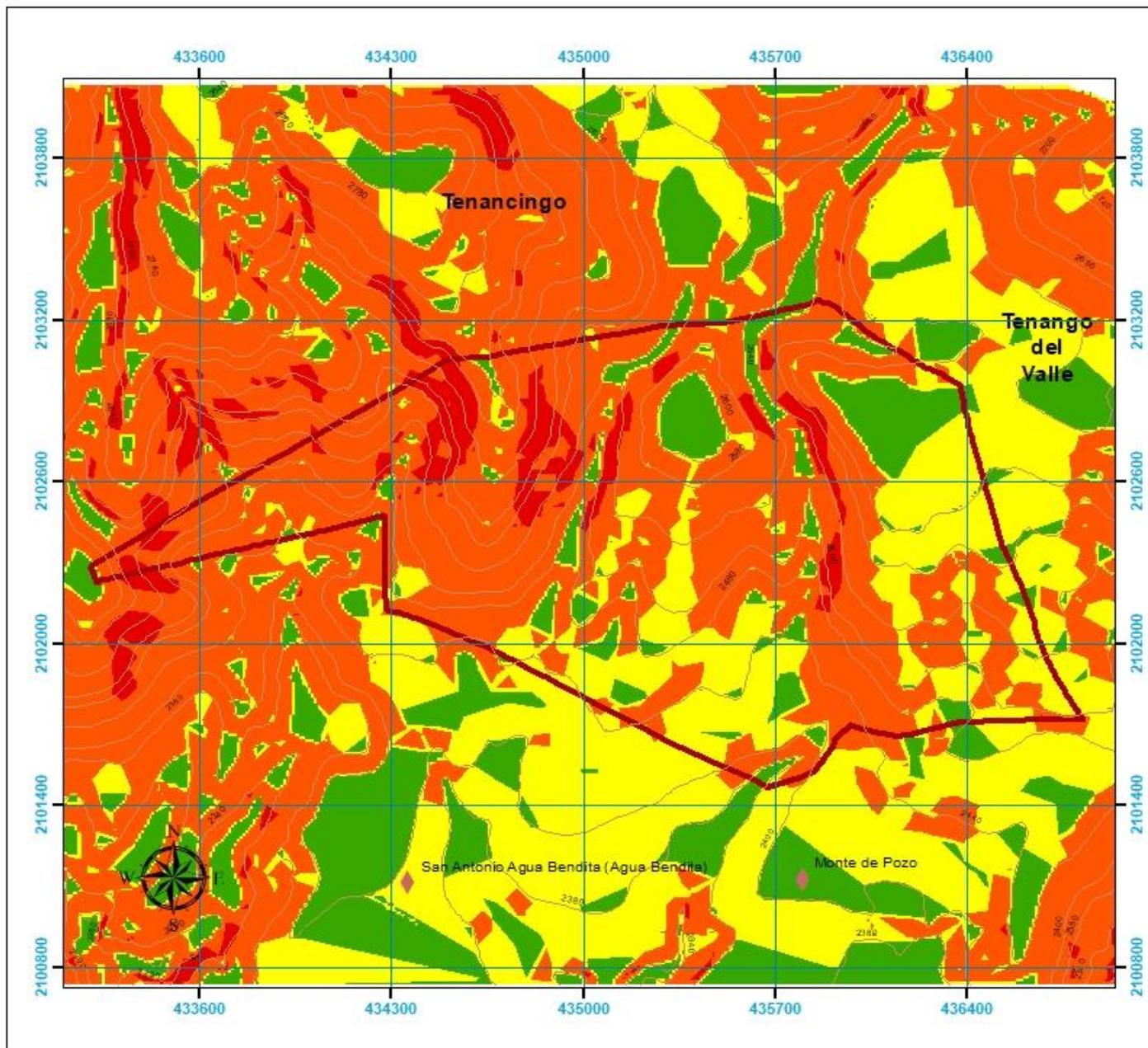
0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Kilometers

Proyección Cartográfica
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona 14 N
 Datum Horizontal: WGS 84

Fuente
 Elaboración propia con base al
 Prontuario de información geográfica municipal,
 INEGI, 2014.

Mapa-04

Anexo 3.5. Mapa de Pendiente



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional
 Licenciatura en Ciencias Ambientales

Establecimiento de Políticas Ambientales con base en los Mamíferos Silvestres en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana en Tenancingo, Estado de México

Mapa Pendientes

Simbología Básica	Simbología Temática
<ul style="list-style-type: none"> Área Natural Protegida (Parque Estatal Hermenegildo Galeana) Limite Municipal Curvas de Nivel 	Pendiente Rango <ul style="list-style-type: none"> 0-3 3-12 12-30 30-45 >45

Ubicación

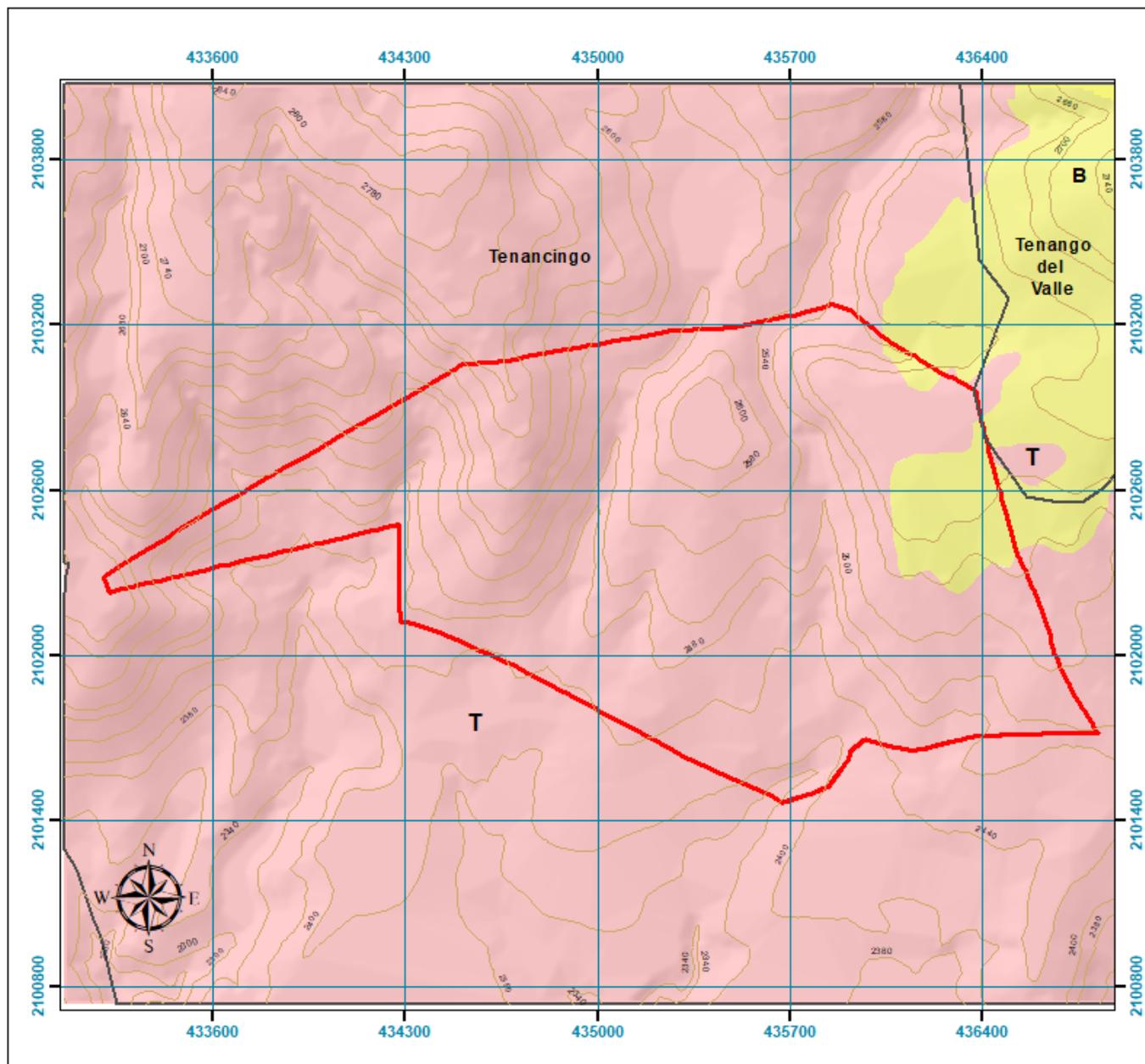
Escala: 1: 20 000
 0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Kilometers

Proyección Cartográfica
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona 14 N
 Datum Horizontal: WGS 84

Fuente
 Elaboración propia con base a información cartográfica de INEGI, 2014.

Mapa-05

Anexo 3.6. Mapa de Edafología



Universidad Autónoma del
 Estado de México
 Facultad de Planeación Urbana
 y Regional
 Licenciatura en Ciencias Ambientales

**Establecimiento de Políticas Ambientales
 con base en los Mamíferos Silvestres en
 el Parque Estatal Hemenegildo Galeana
 en Tenancingo, Estado de México**

Mapa Edafología

Simbología Básica

Área Natural Protegida (Parque Estatal Hemenegildo Galeana)

Límite Municipal

Curvas de Nivel

Simbología Temática

B Cambisol

T Andosol

Ubicación

Estado de México
 Tenancingo

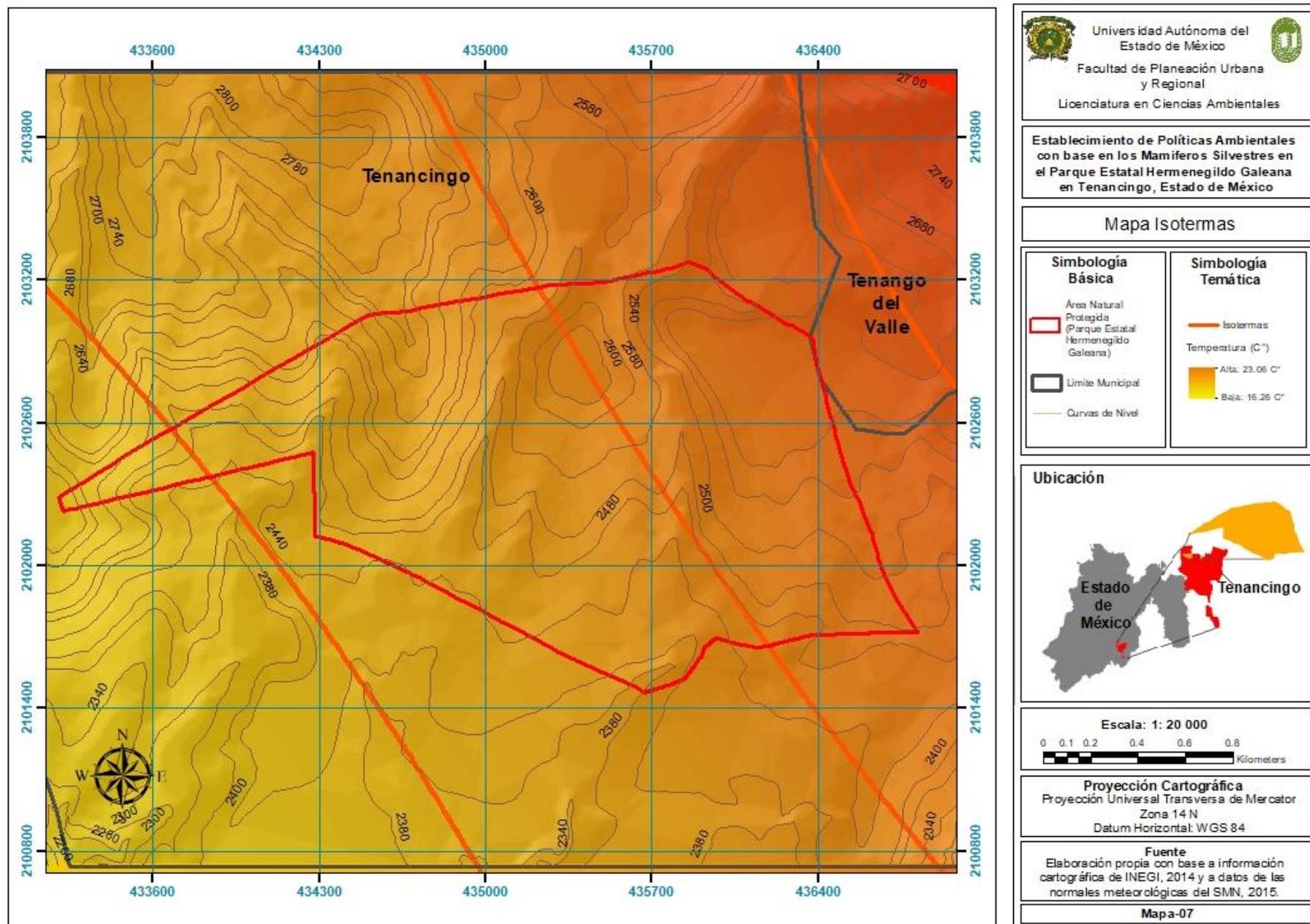
Escala: 1: 20 000
 0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8
 Kilometers

Proyección Cartográfica
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona 14 N
 Datum Horizontal: WGS 84

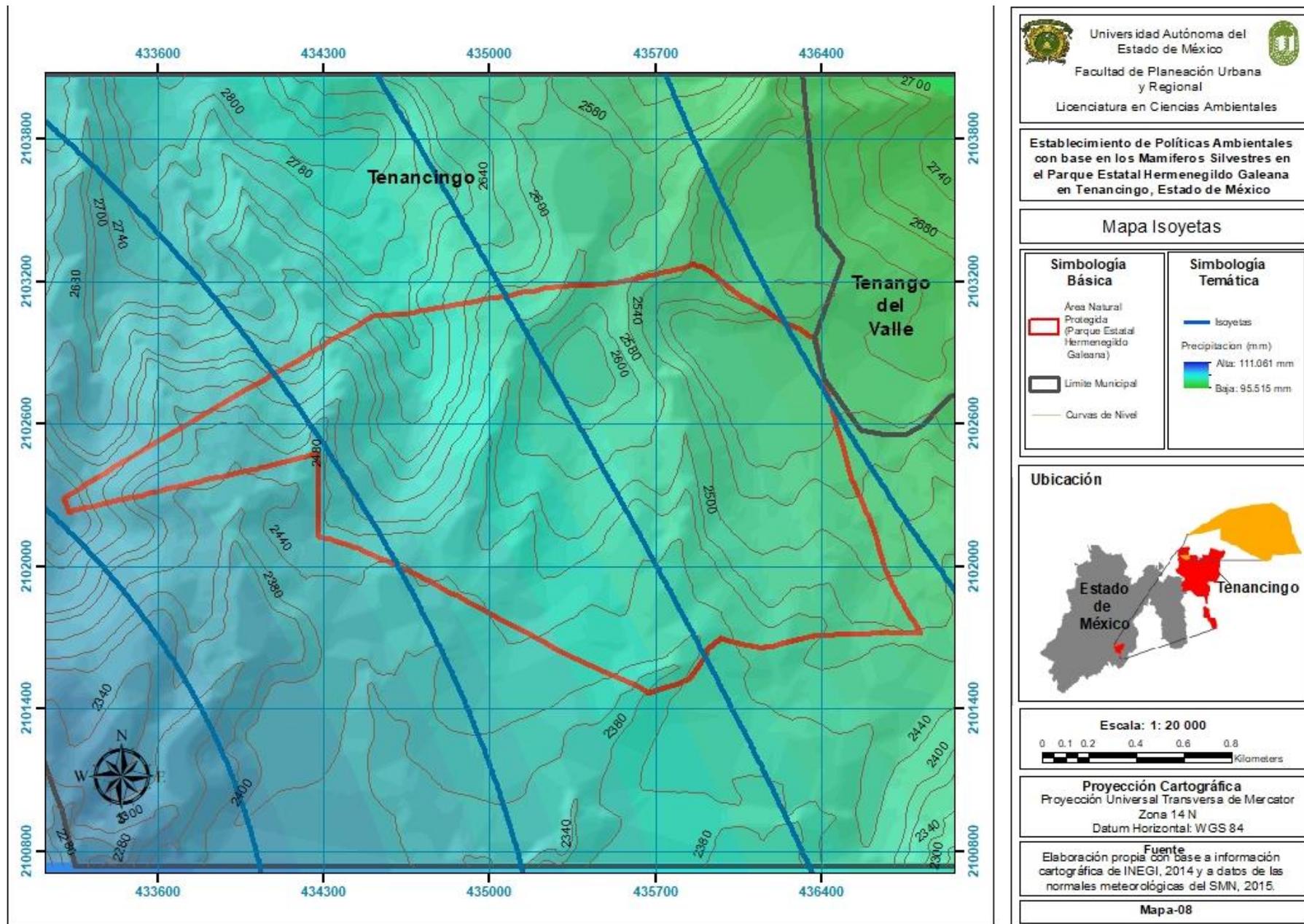
Fuente
 Elaboración propia con base a información cartográfica de INEGI, 1978.

Mapa-06

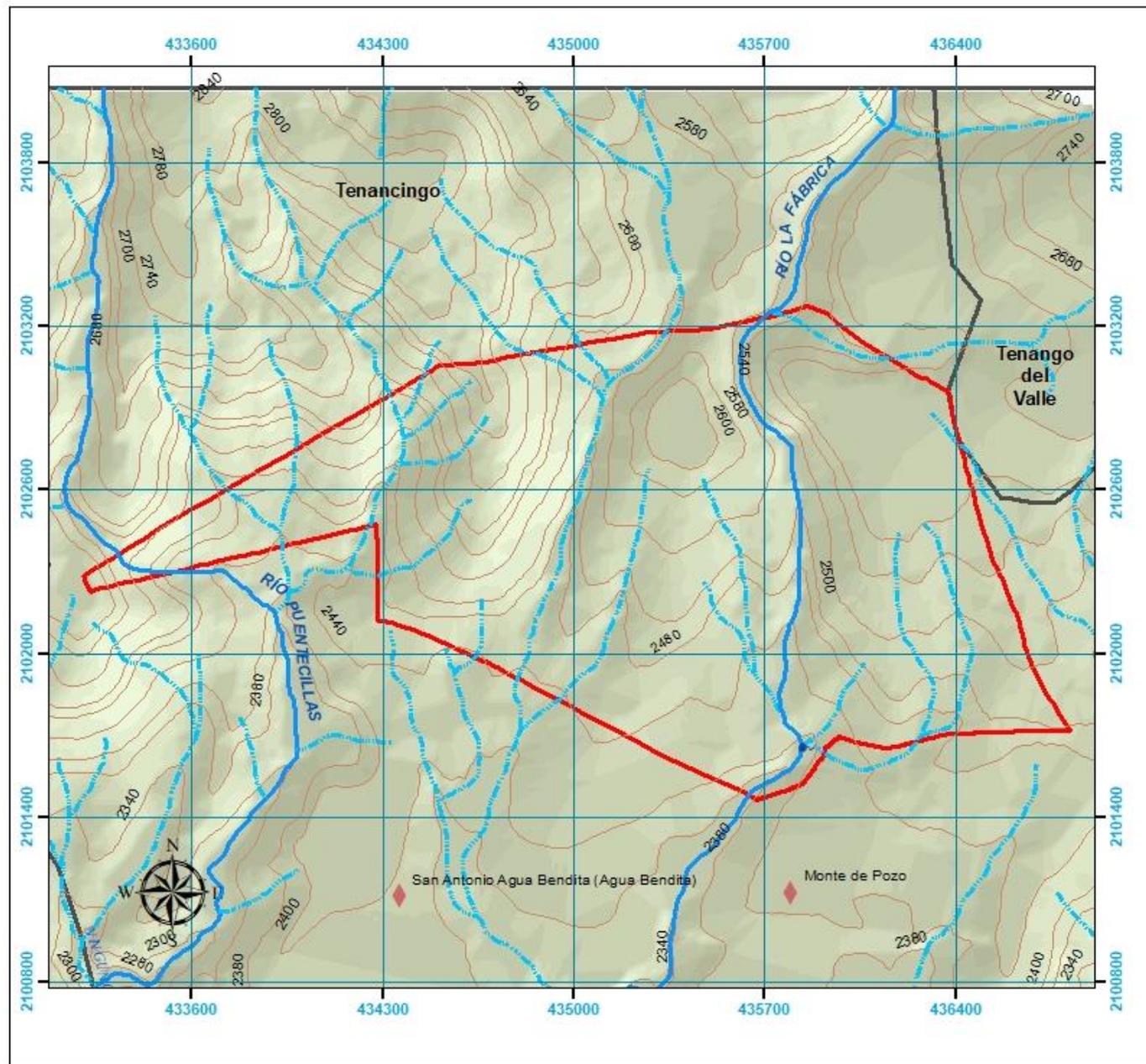
Anexo 3.7. Mapa de Isotermas



Anexo 3.8. Mapa de Isoyetas



Anexo 3.9. Mapa de Hidrología





Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

Licenciatura en Ciencias Ambientales

Establecimiento de Políticas Ambientales con base en los Mamíferos Silvestres en el Parque Estatal Hemenegildo Galeana en Tenancingo, Estado de México

Mapa Hidrología

Simbología Básica

- Área Natural Protegida (Parque Estatal Hemenegildo Galeana)
- Límite Municipal
- Curvas de Nivel
- ◆ Localidades

Simbología Temática

- Manantiales
- Corrientes de Agua
- Intermitente
- Perenne

Región Hidrológica: Balsas (RH 18)
 Cuenca: R. Grande de Amacuzac (RH 18F)
 Subcuenca: R. Alto Amacuzac (RH 18Ff)



Escala: 1: 20 000



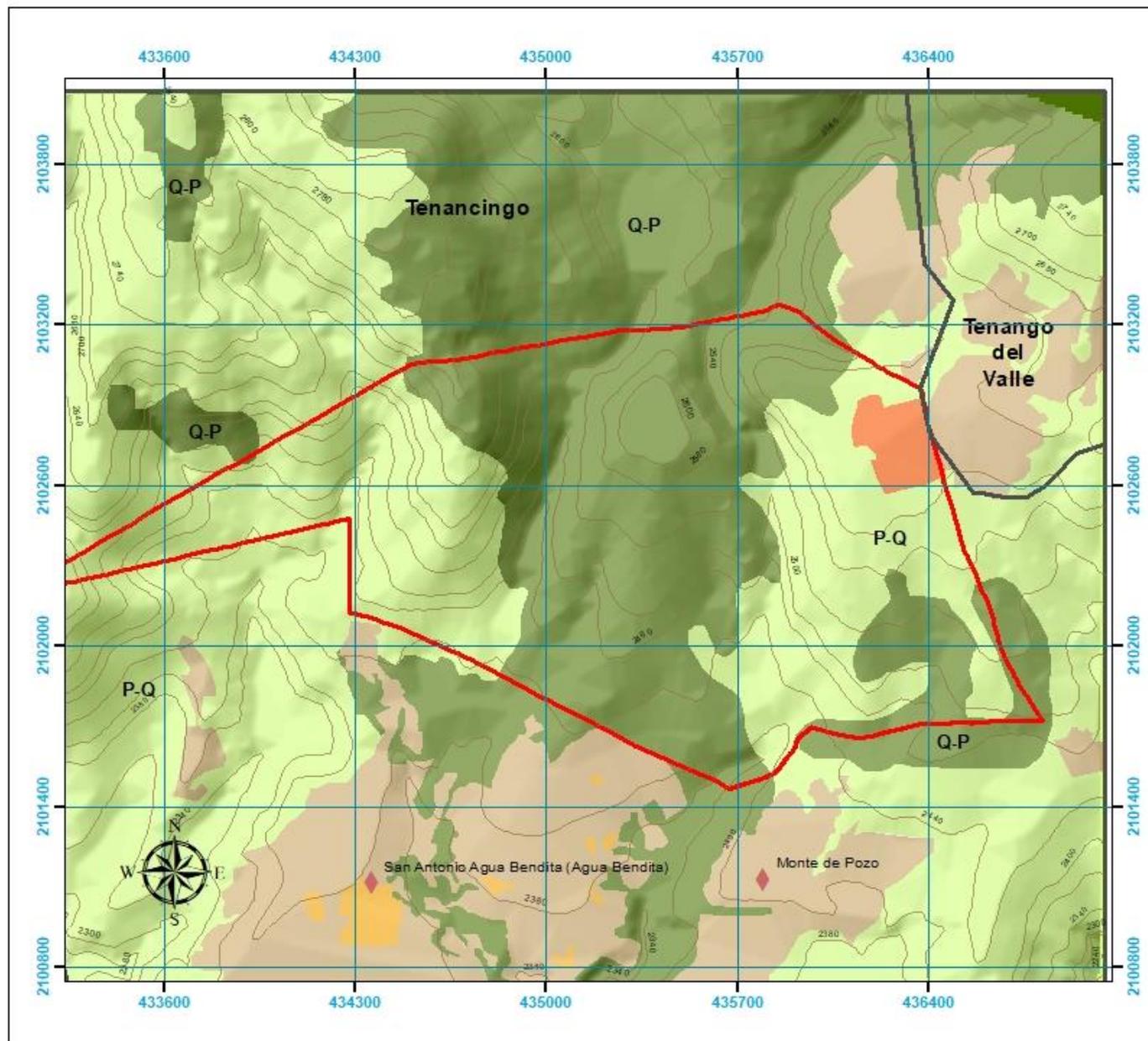
0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Kilometers

Proyección Cartográfica
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona 14 N
 Datum Horizontal: WGS 84

Fuente
 Elaboración propia con base a información cartográfica de INEGI, 2014.

Mapa-09

Anexo 3.10. Mapa de Uso de suelo



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

Licenciatura en Ciencias Ambientales

Establecimiento de Políticas Ambientales con base en los Mamíferos Silvestres en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana en Tenancingo, Estado de México

Mapa Usos de Suelo

Simbología Básica

- Área Natural Protegida (Parque Estatal Hermenegildo Galeana)
- Límite Municipal
- Curvas de Nivel
- ◆ Localidades

Simbología Temática

- Uso Agrícola
- Instalaciones del PEHG
- Asentamientos Humanos
- Uso Forestal
- Encino-Pino
- Pino-Encino

Ubicación

Escala: 1: 20 000

Proyección Cartográfica
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona 14 N
 Datum Horizontal: WGS 84

Fuente
 Elaboración propia con base a información cartográfica de INEGI, 2014 y Google Earth, 2020.

Mapa-10

Anexo 4.1. Entrevista aplicada a trabajadores del Parque Estatal Hermenegildo Galeana



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES



ENTREVISTA A TRABAJADORES DEL PARQUE

Nombre del entrevistado: _____

Género: () MASCULINO () FEMENINO

Edad: _____

Puesto: _____

1. ¿Qué recursos naturales utiliza del bosque? Especifique la cantidad en que los utiliza del 0 al 5.
 - a) Madera: _____
 - b) Tierra: _____
 - c) Animales: _____
 - d) Hongos: _____
 - e) Plantas: _____
 - f) Otro

2. ¿Qué animales (vivos o muertos) ha visto en esta región?
 - a) Mapache
 - b) Tejón
 - c) Coyote
 - d) Venado
 - e) Gato Montés
 - f) Murciélagos
 - g) Ardilla
 - h) Otro

3. ¿Dónde vio a los animales?
 - a) Bosque
 - b) Cañada
 - c) Camino
 - d) Río
 - e) Otro

4. ¿Hace cuánto tiempo vio a un animal (de los antes mencionados) por última vez?
 - a) Este año
 - b) Hace menos de 5 años
 - c) Hace más de 5 años

- 5) ¿Cree usted que la fauna en los últimos 10 años ha aumentado, disminuido o mantenido igual?
 - a) Aumentado
 - b) Disminuido
 - c) Mantenido igual

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 4.2. Entrevista aplicada a pobladores de las zonas de influencia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES



ENTREVISTA A POBLADORES

Nombre del entrevistado: _____

Género: () MASCULINO () FEMENINO

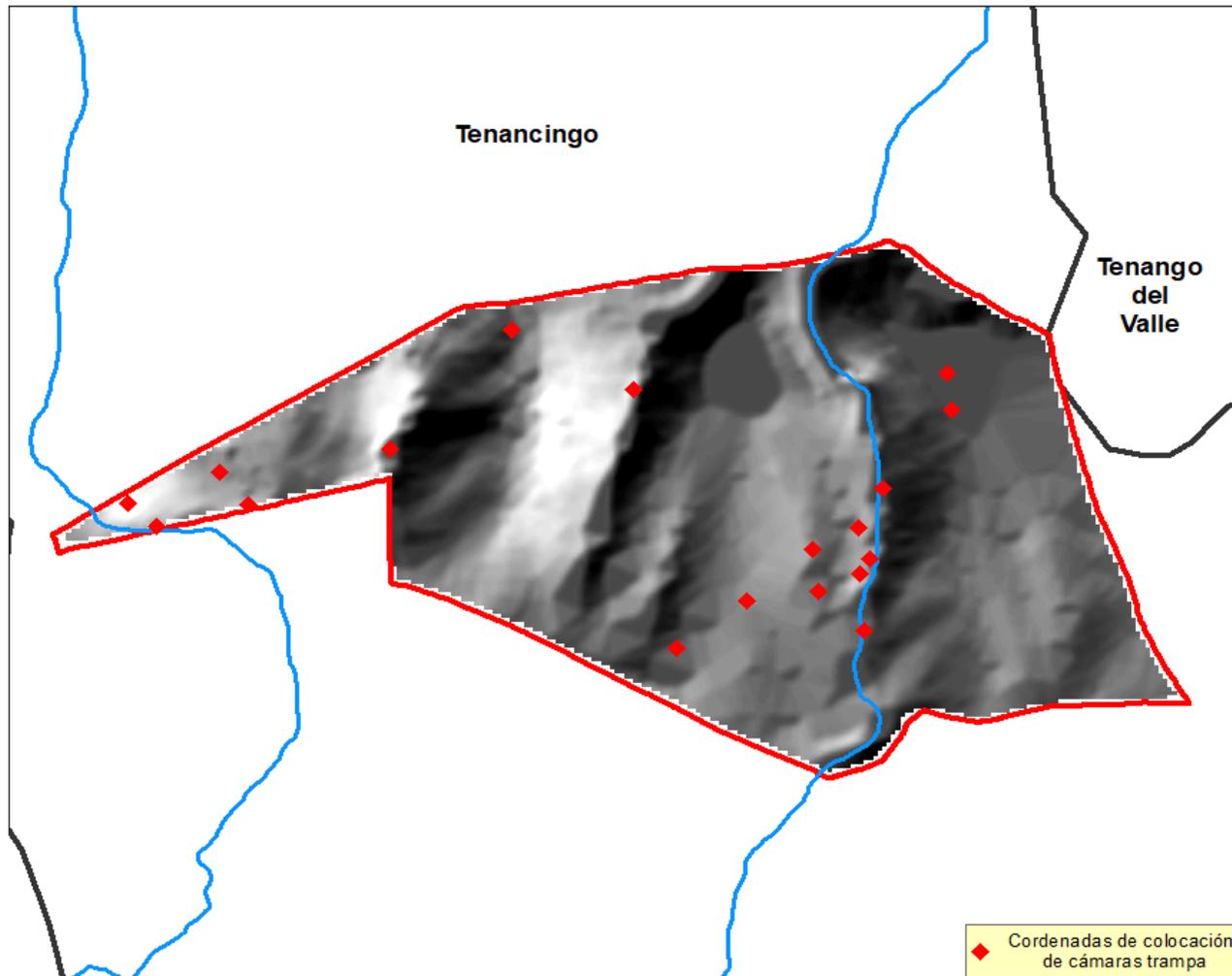
Edad: _____

Localidad: a) San Antonio Agua Bendita b) Monte de pozo

- ¿A qué se dedica usted y su familia?
 - Agricultura
 - Comercio
 - Ganadería
 - Otra
- ¿Qué recursos naturales utiliza del bosque? Especifique la cantidad en que los utiliza del 0 al 5.
 - Madera: _____
 - Tierra: _____
 - Animales: _____
 - Hongos: _____
 - Plantas: _____
 - Otro
- ¿Qué animales (vivos o muertos) ha visto en esta región?
 - Mapache
 - Tejón
 - Coyote
 - Venado
 - Gato Montés
 - Murciélagos
 - Ardilla
 - Otro
- ¿Dónde vio a los animales?
 - Bosque
 - Cañada
 - Camino
 - Río
 - Otro
- ¿Hace cuánto tiempo vio a un animal (de los antes mencionados) por última vez?
 - Este año
 - Hace menos de 5 años
 - Hace más de 5 años
- ¿Cree usted que la fauna en los últimos 10 años ha aumentado, disminuido o mantenido igual?
 - Aumentado
 - Disminuido
 - Mantenido igual

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 4.3. Imagen de coordenadas de puntos de foto-trampeo dentro del PEHG



Fuente: Elaboración propia con base en L. Flores (comunicación personal, junio de 2020).

Anexo 5.1. Mapa de zonificación con base en políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable

