



---

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

## Diagnóstico Ambiental de la Sierra de Tepetzotlán en las inmediaciones de Huehuetoca, Estado de México

**T E S I S**

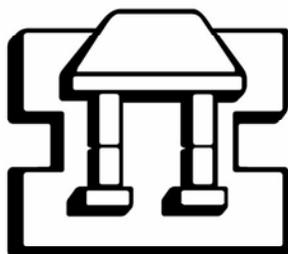
Que para obtener el título de

**B I Ó L O G O**

Presenta:

**Ignacio Cuevas Villalobos**

**Director de Tesis: M. en C. Jonathan Franco  
López**



IZTACALA

**Tlalnepantla, Estado de México 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## *Agradecimientos*

*Antes que a nadie quiero agradecer a mis padres por su invaluable amor y su apoyo incondicional, este es un logro tanto mío como de ellos. Los amo, y no puedo sentirme más afortunado por haber sido su hijo, siempre estaré muy orgulloso de ustedes.*

*Quiero agradecerles a Fernando y a Jesús por todas las veces que me han ofrecido su ayuda. Muy especialmente a Hugo por el enorme apoyo que me ha brindado, pero sobre todo quiero agradecerle a Hilda por ser la mejor hermana que alguien pueda tener. También quiero darle las gracias a Patro por que ha demostrado que puedo contar con él.*

*A Isabel por ser única, a Elsa por su brillante sentido del humor, a Beto sencillamente porque es brillante, a Luz por su longevidad, digo su seguridad, a Paloma por su entereza, a Karen por ser auténtica y a Sandra por su nobleza. Gracias a todos son la neta.*

*Quiero agradecer al M. en C. Jonathan Franco López por todas las facilidades que me brindó para poder concluir este proyecto, Al Biol. Antonio Barbero por su inapreciable ayuda y por ser un buen amigo. A la Biol. Arcelia Pliego Avendaño por su generoso apoyo para la identificación de los líquenes. Y finalmente quiero darles las gracias a todos los profesores de esta facultad que me han enseñado algo valioso: al Biol. José Antonio Martínez Pérez, al Biol. José Luis Tello Musi, al Dr. Ismael Ledesma Mateos, a la Biol. Arcelia Pliego Avendaño y al M. en C. Sergio Stanford Camargo.*

# ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	6
Descripción del Área de Estudio.....	7
Clima.....	7
Hidrología superficial y subterránea.....	8
Sistema de cuencas de la Sierra de Tepotzotlán.....	9
Geología y Litología.....	10
Topografía y Orografía.....	11
Características del medio biótico.....	11
Flora.....	11
Fauna.....	13
Características socioeconómicas.....	14
Población.....	14
Actividades económicas.....	16
Aspectos culturales.....	16
Tenencia de la tierra.....	16
Uso del suelo.....	17
Zonificación.....	19
Metodología.....	23
Resultados.....	26
Flora.....	26
Fauna.....	26
Aves.....	26
Mamíferos.....	27
Reptiles.....	27
Anfibios.....	29
Encuestas y Entrevistas.....	29
Pobladores.....	29
Guardaparques.....	32
Matriz de impactos tipo Leopold.....	36
Análisis de la matriz de Leopold.....	38
Matriz de Mc Harg.....	51
Análisis de la matriz de Mc Harg.....	54
Redes de Sorensen.....	57
Cálculos del impacto ambiental esperado.....	66
Esquema Presión-Estado-Respuesta.....	70
Discusión y Conclusiones.....	79
Recomendaciones.....	83
Bibliografía.....	87
Anexos.....	94

## RESUMEN

El desarrollo y el crecimiento económico de México han conllevado una factura de corte ambiental que se manifiesta en el agotamiento de los recursos naturales que lo sustentaron y en el deterioro de la calidad de los elementos del medio en aquellos escenarios donde tuvo lugar. Una de las estrategias más exitosas aplicadas en la protección del patrimonio ecológico mexicano es el establecimiento de áreas naturales protegidas. Este tipo de demarcaciones geográficas garantiza la existencia de extensos territorios poco perturbados, que albergan numerosos hábitats y nichos ecológicos para un importante número de especies.

Mediante el Decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta del Gobierno, en fecha 26 de mayo de 1977, se crea el parque Estatal denominado "Sierra de Tepotzotlán" ubicado en los municipios de Tepotzotlán y Huehuetoca, Estado de México. En la actualidad, la Sierra de Tepotzotlán se encuentra sometida a una serie de impactos producto de las actividades humanas que afectan la calidad de sus recursos naturales. Esta situación está determinada en gran medida por la dinámica social y urbana que se presenta en toda la región. El presente trabajo muestra los resultados del Diagnóstico Ambiental realizado en la porción del Parque Estatal correspondiente al municipio de Huehuetoca y sus inmediaciones, con el objetivo de identificar la problemática ambiental del área mediante el análisis de sus principales variables ambientales y las actividades generadoras de impacto, para así proponer las acciones necesarias para atenuar dichos impactos.

El trabajo estuvo dividido en cuatro fases: la elección de un área que fuese representativa de las características ecológicas del parque y de su problemática ambiental; la búsqueda y revisión bibliográfica; el trabajo de campo que consistió en una serie de muestreos mensuales realizados desde el 4 de agosto del 2008 hasta el 8 de julio del 2009 y el trabajo de gabinete, en el que la información obtenida se vació en una matriz tipo Leopold con la finalidad de identificar los impactos más significativos del área, posteriormente estos impactos fueron analizados con una matriz de Mc Harg para conocer el grado de afección producido por cada uno, y, finalmente la información obtenida fue integrada mediante el modelo de redes de Sorensen. Además se empleó la metodología PER (Presión-Estado-Respuesta) sobre cada uno de las acciones generadoras de impacto.

De acuerdo con los resultados obtenidos las principales actividades generadoras de impacto son, en orden de importancia, los incendios forestales, el pastoreo y los asentamientos humanos. Los componentes ambientales más perjudicados por estas actividades son la vegetación natural (formada por bosque de encino y matorral crasicaule), el suelo, la fauna y la flora, particularmente aquellas especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Las medidas de mitigación realizadas por la administración del parque contribuyen notablemente a disminuir los impactos negativos en el área, sin embargo es prioritario reforzar estas medidas e implementar nuevas acciones si se pretende garantizar la viabilidad del parque a largo plazo.

## INTRODUCCIÓN

La sobreexplotación de los recursos biológicos ha generado diversos problemas a escala mundial; acentuándose a partir de la revolución industrial que incrementó la demanda de las materias primas (Tovar y Garivay, 2000). El desarrollo actual se ha caracterizado por el predominio de la tendencia hacia la máxima rentabilidad a corto plazo en cuanto al uso de los recursos naturales. Esto se debe, en parte, al marco de referencia actual representado por los sistemas económicos que privilegian la rentabilidad inmediata, en detrimento de la planeación a largo plazo (Enkerlin *et al.*, 1997). La riqueza biológica, las tradiciones y la cultura locales son los sujetos más vulnerables a este proceso que como resultado conduce al empobrecimiento del planeta en todos sus ámbitos (Tovar y Garivay, 2000).

La publicación a finales de los ochenta del informe “Nuestro Futuro Común” de la Comisión sobre Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU y la realización de la primera Cumbre Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en 1992 son una señal de que un creciente movimiento a favor de la conservación del medio ambiente ha llegado a las agendas de los gobiernos del mundo (Muñoz, 2003).

México no es la excepción, ya que sin lugar a dudas el deterioro ambiental y los altos niveles de pobreza son dos de los principales retos a los que nuestro país se enfrenta. Entender la interacción entre ambas problemáticas es fundamental para formular políticas que combinen de manera armoniosa, objetivos sociales y ambientales es decir, buscar opciones para el desarrollo sustentable, analizando la capacidad para evaluar y monitorear el estado del ambiente e identificar tendencias y cambios significativos, tomando en cuenta que la información ambiental es necesaria para comprender la problemática ambiental, facilitando cambios de conducta en beneficio del medio ambiente (Guevara, 2001).

El imperativo de contener y revertir la depredación del patrimonio natural, condujo a la formulación e implantación de regulaciones para mitigar los efectos que las diversas actividades humanas imprimen al medio y sus recursos. El instrumento más importante hoy en día en nuestro país, lo constituye la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus diversas disposiciones reglamentarias y normativas, que en su conjunto, constituyen la política ambiental a la que se sujeta el desarrollo nacional (Vidal y Franco, 2009).

La utilización de medio ambiente, como término acuñado desde hace tiempo para hacer referencia al espacio en el que se desarrollan las actividades humanas, se presta a una multitud de interpretaciones y apropiaciones. De manera general se le puede entender como “el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y el desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que

interactúan en un espacio y tiempo determinados” (LGEEPA, Título I, Cap. I, Art. 3, Fracc. I; 2007).

A partir de la realización de los estudios ambientales y de los planes de ordenamiento territorial, existe una amplia gama de métodos de evaluación aplicados a los diagnósticos, estudios de impacto ambiental, planes de manejo, sistemas de gestión ambiental, las auditorías y los planes de ordenamiento; tales métodos utilizan los modelos generales de evaluación de proyectos: listas de chequeo o verificación, matrices simples y escalonadas, redes de flujo con rutas críticas y sistemas semi-cuantitativos de evaluación. Desde hace unos años se está aplicando la utilización de ciertos factores o parámetros ambientales, los cuales tienen como característica presentar un rango de comportamientos en función de sus propiedades intrínsecas, o en función de las presiones ejercidas por las actividades humanas (Espinoza, 2001).

Dentro de los diversos instrumentos de evaluación ambiental se encuentran los diagnósticos; estudios que se encargan de detectar la problemática de lugar en específico, sobre la base del uso y el aprovechamiento de los recursos, proponiendo acciones de mitigación para los impactos que puedan estar presentes. El Instituto Nacional de Ecología (INE) desarrolló un programa de indicadores ambientales que son parámetros que proporcionan información y/o tendencias de las condiciones de los fenómenos ambientales, para tener una medida de la efectividad de las políticas ambientales, lo que se conoce como desempeño ambiental. Existen tres tipos de indicadores: el de Presión, describe las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas; los de Estado, se refieren a la calidad del ambiente, así como a la calidad y estado de los recursos naturales y por último, los indicadores de Respuesta, que presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del medio ambiente (Barr, 2007, OECD, 2007). La realización de diagnósticos es importante ya que es la base para otros estudios, como el Ordenamiento Ecológico Territorial (Quiroz, 2002).

Los municipios en el país necesitan atención inmediata, ya que se les considera las células de la organización política en México; la gestión ambiental municipal no ha logrado consolidarse, debido a la escasez de recursos humanos, técnicos y financieros, el incipiente desarrollo de sus estructuras administrativas y a las limitaciones del marco jurídico (Delgado y Rodríguez, 1996).

La mayoría de los municipios catalogados como metropolitanos han crecido anárquicamente como resultado de la ausencia de políticas de planeación urbana y de ordenamiento del territorio, lo cual ha provocado, entre otras cosas, el deterioro de la calidad ambiental. También se ven afectados municipios colindantes con estos, ya que presentan influencia de la mancha urbana; por consiguiente se tiene una gran cantidad de municipios que se ven envueltos en una dinámica compleja, que al mismo tiempo los coloca en una situación desventajosa ya que estos deben enfrentar problemas ambientales característicos de las grandes ciudades, pero con las limitaciones legales,

técnicas, financieras y políticas del gobierno municipal (Mejía y Rodríguez, 1997).

Actualmente se cuenta con diagnósticos ambientales municipales incompletos en el Estado de México, por lo que se recomienda reestructurarlos, empezando con la localización de fuentes que provoquen impactos al ambiente. La diversidad de impactos deben ser reconocidos por las actividades que provocan daños ambientales; sin embargo es importante recalcar que existen fuentes puntuales de mayor riesgo que otras, por el tipo de ecosistema en que se encuentran, por la densidad de población, por efectos sinérgicos con otros procesos de daño ambiental, o bien por la sensibilidad diferenciada de las comunidades a un proceso particular de daño ecológico (Quadri, 1997).

Los estudios ambientales adquieren mayor relevancia cuando los sitios son de interés conservacionista, ya sea porque son áreas protegidas o porque contienen hábitats de especies en riesgo, y en consecuencia están bajo la protección del Estado (Vidal y Franco, 2009). Tal es el caso del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán; y ya que se ha reconocido que los estudios ambientales municipales carecen de información que permita un adecuado manejo de los recursos naturales y que son necesarios diagnósticos ambientales realizados a una escala más pequeña empezando por las comunidades que utilizan directamente los recursos para proponer medidas de mitigación que atenúen los impactos generados por la comunidad y garantizar la sustentabilidad de las fuentes de dichos recursos, se realizó un diagnóstico ambiental en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán en la porción que comprende a las inmediaciones correspondientes al municipio de Huehuetoca, Estado de México.

## ANTECEDENTES

Las áreas naturales protegidas son uno de los instrumentos más importantes de la política ambiental (tanto federal como local) destinados a conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos que lo originan asegurando una adecuada cobertura y representatividad biológica (SEMARNAT, 2002).

Por tal motivo, el Ejecutivo decreta el 26 de mayo de 1977, la creación del Parque Estatal Denominado “Sierra de Tepetzotlán” ubicado en los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca, Estado de México, con una extensión original de 13 175 ha (SEMARNAT, 2002).

En el mismo Decreto se establece que las causas de unidad pública que justifican la creación del Parque son las siguientes: *forestación, recreación, mejoramiento del ambiente, control de escurrimientos pluviales, incremento de la absorción del agua, prevención de inundaciones y erosiones del suelo y prevención de asentamientos humanos en la zona*. Estableciendo también, que el uso preferente del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán será: *el establecimiento de áreas arboladas de recreo para los habitantes de la zona, así como para el turismo en general, las instalaciones que propicien el esparcimiento físico y mental de la comunidad*.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, expedido el 30 de mayo de 1999 y publicado en la Gaceta de Gobierno el 4 de junio del mismo año, establece como Zonas de Atención Prioritaria, entre otras, a las 64 Áreas Naturales Protegidas en territorio mexiquense, entre las que se cuenta el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán (Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, 2003).

En contraste con lo anterior, el Ejecutivo del Estado le ha concedido, en tres distintas ocasiones, a la Secretaría de Defensa Nacional importantes extensiones del territorio original del Parque Estatal, las cuales fueron otorgadas al Campo Militar 37-C para la realización de actividades castrenses, reduciendo así las 13 175 ha con las que contaba el Parque a 10 299.136 ha aproximadamente. (Castillo y Reyes, 2006).

Hernández (1999) propuso estrategias de manejo para el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, el cual, entre otras cosas, hace una descripción de la vegetación del área presentando una lista de especies.

Romero *et al.* (2000) realizaron un inventario de la fauna silvestre que existe en el parque, reportando un total de 77 especies, 6 de las cuales están catalogadas en alguna categoría de riesgo.

González (2003) elaboró un estudio de los hongos silvestres del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán en distintos tipos de vegetación (bosque de *Quercus* y pastizal) así como en zonas de cultivo, encontrando 85 especies de hongos, 41 de las cuales se reportan como comestibles.

Angel (2004) realizó un estudio de la estructura de la vegetación del Parque Estatal en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, encontrando la existencia de tres tipos de vegetación en el área: bosque de encino, matorral crasicaule y pastizal, siendo el bosque de encino el tipo de vegetación con la mayor riqueza florística. En total se obtuvo un listado de 164 especies, 12 de las cuales fueron nuevos registros, y una especie (*Nymphaea mexicana*) está catalogada como amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Castillo y Reyes (2006) elaboraron un listado herpetofaunístico de la Sierra de Tepetzotlán, conformado por 21 especies, diez de las cuales están consideradas como endémicas, tres se encuentran en la categoría Sujetas a Protección Especial (Pr) y 8 especies se encontraron como Amenazadas (A).

Por su parte en 2006, Altamirano *et al.* reportaron 30 especies para la zona, 9 corresponden a anfibios y 21 a reptiles. El 56.6% de las especies halladas están incluidas en alguna categoría de riesgo. También detectaron que el 86.6% son especies endémicas de México. De acuerdo con los autores, en comparación con la extensión del país, el porcentaje de especies registrado refleja una representatividad de la riqueza específica del país para los reptiles y anfibios.

## OBJETIVOS

### GENERAL:

- ❖ Elaborar un diagnóstico ambiental en las inmediaciones del Parque Estatal Sierra de Tepozotlán correspondientes al municipio de Huehuetoca, Estado de México.

### PARTICULARES:

- ❖ Localizar las posibles actividades generadoras de impacto y alteración.
- ❖ Elaborar un análisis del estado actual de los elementos ambientales más significativos susceptibles de ser afectados por dichas actividades.
- ❖ Proponer posibles soluciones a la problemática existente en el área.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La información que a continuación se presenta fue extraída del Programa de manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán (2003), salvo en las ocasiones en que se especifica la fuente.

La “Sierra de Tepetzotlán” o “Sierra de Santa Rita” es una formación montañosa dentro del territorio de los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca en el Estado de México con las siguientes coordenadas: 19° 42´ 00´´, 19° 50´ 00´´ latitud Norte y 99° 13´ 30´´, 99° 22´00´´. La superficie del Parque Estatal correspondiente a cada municipio puede observarse en la tabla 1:

Municipio	Superficie Municipal (ha)	Superficie del Parque (ha)	Superficie del Parque (%)
Tepetzotlán	20,883.0	6,691.69	64.19
Huehuetoca	16,198.0	3,607.18	38.81
Total	37,081.0	10,298.87	100.0

Tabla 1. Superficie del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán por municipio

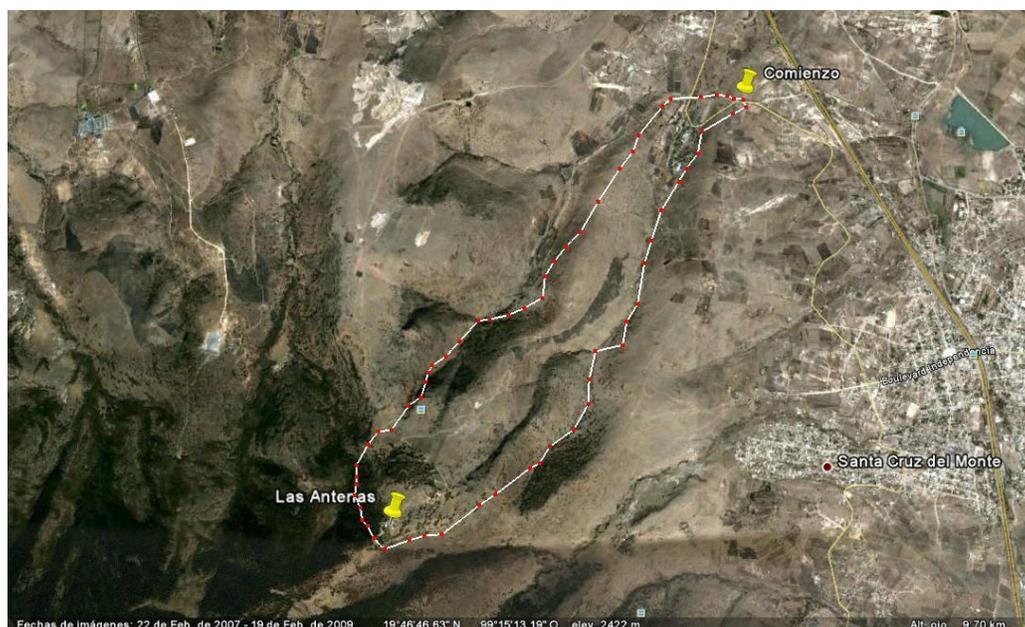


Figura1: Imagen satelital del área de estudio

### Clima

Con base en el sistema de clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García, el clima que corresponde al Parque Estatal es el C (w) (w'), templado subhúmedo con lluvias en verano, señalándose que, dadas las características especiales del área por encontrarse en una zona de transición, se perciben dos subtipos climáticos: al norte donde se inicia la zona semiárida del país, el C (w-0) (w') b (i'), con precipitación media anual de 600 a 700 mm y hacia el sur, donde se mantienen las condiciones de clima templado

características del Valle de México, el C (w1) (w') b (b'), con una precipitación media anual de 700 a 800 mm.

La temperatura media anual oscila entre los 12 y 16° C, mientras que las temperaturas máximas promedio anuales, fluctúan entre los 24 y los 32° C, presentando estas últimas mayor incidencia entre los meses de abril y mayo. Las temperaturas mínimas promedio anuales van de 4 a 10° C, con una marcada presencia durante enero y febrero (Angel, 2004).

Las lluvias de la Sierra de Tepetzotlán son básicamente de tipo ciclónico y en especial se presentan durante el verano y en menor proporción se asocian con nortes durante el invierno. La marcha anual de las precipitaciones presenta una estación lluviosa definida entre los meses de mayo a octubre durante los cuales se precipita aproximadamente el 75% de la lluvia promedio anual, el valor máximo ocurre generalmente entre junio y septiembre. La estación seca corresponde al periodo de noviembre a abril con los meses de lluvia mínima en los meses de diciembre y febrero, donde el porcentaje de lluvia anual es el 5% del valor anual. El número de días con lluvias apreciables muestran valores que fluctúan de 70 a 100 días / año (*Op cit*).

### **Hidrología superficial y subterránea**

La Sierra de Tepetzotlán se encuentra ubicada en la Región Hidrológica No. 26 (RH26) "Alto Pánuco", dentro de la cuenca del Río Moctezuma y la Subcuenca Lago de Texcoco- Laguna de Zumpango desde donde descarga directamente al acuífero del Valle de México.

Al interior del área natural protegida existen 238 cauces de diferentes órdenes que poseen una longitud acumulada de 250.19 Km. Del total de cauces son 31 los arroyos principales, mismos que en conjunto tienen una longitud acumulada de 107.6 Km y que constituyen una importante red de drenaje que van desde 1.1 hasta 2.7 Km de cauce. Con excepción del denominado "Río de Los Arcos", todos los cauces son del tipo intermitente y sólo permanecen con agua durante el periodo de lluvias.

Existen dos cuerpos de agua permanentes que, aún cuando no se encuentran dentro del Parque Estatal se abastecen directamente de los cauces originados en la Sierra de Tepetzotlán, éstos son la presa "La Concepción" con 12.5 millones de m<sup>3</sup> de capacidad que irriga los suelos de Santiago Cuautlalpan, San Mateo Xoloc, Santa Cruz, Tepetzotlán y parte de Cuautitlán Izcalli, es decir, una superficie cercana a las 2 900 Ha, y la presa "Cuevecillas" o "Encinillas" ubicada al nororiente de la Sierra con una capacidad de 3.4 millones de m<sup>3</sup>, siendo una de las principales áreas de reposo para la fauna migratoria, presentando un alto potencial para generar proyectos de esparcimiento y recreación.

La presa "Peña Alta", localizada al norponiente de la Sierra, es el único cuerpo de agua permanente que se encuentra dentro de los límites del Parque Estatal; posee un espejo de agua de 2.46 Ha, con una capacidad estimada de

3.98 millones de m<sup>3</sup>, y provee de agua a las tierras cultivables del ejido San José Piedra Gorda en el Estado de Hidalgo.

De acuerdo con los datos de precipitación anual, en un periodo de 25 años, se calcula un volumen ponderado de captación potencial de 83.17 millones de metros cúbicos de agua al año, de los cuales se calcula un volumen de infiltración de 10.95 millones de m<sup>3</sup> y un volumen de escurrimientos de 30.31 millones de metros cúbicos al año (13.17% y 35% del total respectivamente).

Como dato importante, debe mencionarse que los estudios realizados para respaldar las obras de drenaje profundo de la Ciudad de México, revelan que el subsuelo de la Sierra de Tepotzotlán se encuentra saturado de agua, representando así una importante fuente para el aprovechamiento (Angel, 2003).

### Sistema de cuencas de la Sierra de Tepotzotlán

Las políticas de proyección administrativa y el estudio de los recursos naturales en México, considera a la cuenca como un a unidad de planeación. La cuenca hidrológica es el área drenada por una corriente o sistema interconectado de cauces, de modo que, todo el escurrimiento originado en un área es descargado a través de una única salida.

El IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) define un concepto adicional denominado Microcuenca y la establece como la unidad hidrológica básica de operación. Esta microcuenca se obtiene a través de la división de la subcuenca específica en superficies menores de 6 000 ha, usando una escala representativa de 1:20 000 y 1: 10 000. Las microcuencas reúnen condiciones territoriales básicas requeridas para reproducir eventos en áreas con características relativamente homogéneas cuya magnitud puede ser variable.

Bajo estos conceptos hidrológicos y topográficos, se definieron cinco microcuencas para el Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán (tabla 2), denominadas Río Hondo (sur), Los Arcos (poniente), Peña Alta (norponiente) Cuevecillas (nororiental) y Río Chiquito (oriental).

Microcuenca	No.	Superficie		Tributario
		Ha	%	
Río Hondo	1	2805.21	27.24	Río hondo
Los Arcos	2	2672.18	25.94	Río los Arcos
Peña Alta	3	1924.81	18.69	Presa Peña Alta
Cuevecillas	4	1473.14	14.30	Presa Cuevecillas
Río Chiquito	5	1424.17	13.83	Río Chiquito
<b>Total</b>		10.299.53	100.00	

Tabla 2. Sistema de micro-cuencas del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán

Atendiendo a la descripción anterior, la microcuenca “Río Hondo”, en su porción occidental, descarga sus colectores y cauces en la presa de “La Concepción”, y posteriormente, hacia el oriente, hacia el cause del Río Hondo de Tepotzotlán; la microcuenca “Los Arcos”, los descarga sobre el río del mismo nombre; las microcuencas “Peña Alta” y “Cuevecillas”, descargan sus colectores en las presas del mismo nombre, ubicadas al norponiente y nororiente de la Sierra de Tepotzotlán; por último, la microcuenca “Río Chiquito” descarga sus colectores en el Río Chiquito de Tepotzotlán, el cual se convierte, más adelante, en un canal abierto que dirige sus aguas hacia la laguna de Zumpango.

### Geología y Litología

De acuerdo con las cartas edafológicas elaboradas por el INEGI, mismas que siguen el sistema de clasificación establecido por la FAO-UNESCO, en el Parque Estatal “Sierra de Tepotzotlán” se identifican la existencia de siete tipos de suelos: Feozem, Vertisol, Cambisol, Litosol, Regosol, Luvisol y Fluvisol (tabla 3); todos ellos en diferentes proporciones y combinaciones, presentándose en mayor abundancia los tipos Feozem, Vertisol y Cambisol, mismos que en conjunto representan más del 90% de la superficie total del área natural protegida.

Unidad	Subunidad	Superficie (ha)	%
Feozem (H)	Háplico	5, 509.21	53.49
Vertisol (V)	Dístrico	3, 360.89	32.63
Cambisol (B)	Dístrico	670.62	6.51
Litosol (I)	Litosol	348.94	3.39
Regosol (R)	Dístrico	249.83	2.42
Luvisol (L)	Crómico	142.38	1.38
Fluvisol (j)	Eútrico	17.66	0.18
<b>Total</b>		<b>10, 299.53</b>	<b>100.00</b>

Tabla 3. Tipos de suelo existentes en el Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán

Al aplicar la Ecuación Universal de pérdida de Suelo (EUPS) se obtiene que el 53.27% de la superficie del Parque Estatal presenta pérdidas de suelo inferiores a las 5 ton/ha/año, mientras que el 46.73 % restante, presenta problemas de erosión hídrica en diferentes niveles (Tabla 4).

Rango de Erosión	Tipo de Erosión	Superficie (ha)	%
0-5	Leve	5 486.56	53.27

6-10	Ligera	2 310.18	22.43
11-15	Moderada	1 104.12	10.72
16-20	Moderada	518.06	5.03
21-25	Fuerte	207.02	2.01
26-30	Fuerte	224.54	2.18
31-50	Muy Fuerte	207.02	2.01
51-100	Severa	242.04	2.35
<b>Total</b>		<b>10 299.53</b>	<b>100.00</b>

Tabla 4. Niveles de erosión hídrica del parque Estatal Sierra de Tepetzotlán

Se estima que en términos brutos, la pérdida de suelo total en la Sierra de Tepetzotlán puede alcanzar las 5 686 ton/año, con un promedio anual acumulado de 9.5 ton/ha.

### Topografía y Orografía

La topografía presenta distintas alturas, que van desde los 2 250 a los 2 900 m.s.n.m. La mayor parte del terreno está formado por un conjunto de lomas, montes y cañadas.

La Sierra de Tepetzotlán corresponde al segundo sistema orográfico de la Sierra Madre Occidental; está compuesta por pronunciadas elevaciones y profundas barrancas. Las elevaciones más importantes son El Pico de la Palma con 2 965 m, Cerro Gordo con 2 170 m, cerro El Filo con 2 620 m, cerro La Columna con 2 540 m y Cerro de Piedra con 2 530 m (INEGI, 1995, citado por Gonzáles, 2003).

### Características del medio biótico

#### Vegetación

El Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán se localiza en el área de transición en las regiones semiáridas del norte y templadas del sur. Según Rzedowski, y desde el punto de vista florístico, se encuentra ubicada en la Región Xerofítica Mexicana del Reino Neotropical. La vegetación presente pertenece tanto a la denominada provincia del "Altiplano Mexicano", que se extiende hasta el norte del país, pasando hasta los E.U.A., así como a la de las "Serranías Meridionales", que abarca las montañas del centro y sur de México. Esta especial ubicación le confiere un gran potencial de diversidad biológica, además de condiciones ecológicas variadas en donde se desarrollan gran cantidad de microambientes, y, por consiguiente, una gran variedad florística natural.

La Sierra de Tepetzotlán no presenta en la actualidad tal diversidad, dada la presión de las actividades humanas, que data de hace más de 12 ó 15 mil años y que han influido en sus condiciones ecológicas. La vegetación natural, de acuerdo con Niedenberger (1976, citado por Azuara, 1990) corresponden a un bosque de encino (*Quercus sp.*), aile (*Alnus sp.*) y madroño

(*Arbutus sp.*) como especies dominantes, acompañadas por ejemplares de tepozán (*Buddleia sp.*), pirul (*Schinus molle*), acacia (*Acacia sp.*) y mesquite (*Prosopis sp.*), ubicándose los encinos en las partes más altas y laderas medias, los ailes, pirules y madroños a lo largo de las cañadas y en las áreas más secas y desprotegidas los mezquites y acacias (Ángel, 2004).

En el área se identifican claramente cuatro tipos de vegetación, dos de ellos vegetación nativa, y los dos restantes de origen antropogénico. La vegetación nativa se compone por el bosque esclerófilo caducifolio y el matorral crasicaule; mientras que la vegetación antropogénica está compuesta por el pastizal inducido y el Matorral bajo esclerófilo caducifolio.

El bosque esclerófilo caducifolio se restringe principalmente a la zona más alta de la Sierra, está integrado principalmente por árboles del género *Quercus*. Ocupa una superficie de 3, 294 hectáreas, que equivale al 31.98% de la Superficie del Parque Estatal. Se localiza a una altura de 2480 a 2980 m.s.n.m. en cerriles con pendientes del 20 al 60%, con un relieve cóncavo en el sentido vertical, perteneciendo a los terrenos con pendiente “fuerte” y “muy fuerte”, sobre suelos que van de someros a profundos, moderadamente ácidos, con abundante hojarasca y materia orgánica a todo lo largo del perfil del suelo; en su mayoría se localiza en la falda norte del macizo geológico, hasta en la sima de los domos y de forma aislada en algunas barrancas. En la parte superior la altura de los árboles llega a los 10m, con densidades aproximadas a los 2 500 árboles por hectárea, aún cuando resulta más frecuente el bosque abierto con altura promedio de 3 a 5 m. Las especies representativas son *Quercus rugosa*, *Q. deserticola*, *Q. microphylla*, *Q. laurina*, *Q. crassipes*, *Q. obtusata*, *Q. laeta* y *Q. mexicana*. Además de identificarse otras especies arbóreas que conforman el sotobosque como *Arbutus xalapensis*, *A. tessellata*, (madroño), *Alnus arguta* (aile), *Buddleia cordata*, *B. parviflora* y *B. sessiliflora* (tepozán).

Estos bosques se encuentran en las zonas más inaccesibles, con menor exposición solar y con mayor humedad, excepto por los bordes de inicio, próximos a las antenas de microondas (Ángel, 2004).

El matorral crasicaule es la segunda comunidad vegetal nativa más abundante en la actualidad, con dominancia de ejemplares del género *Opuntia* (nopales) y de la especie *Mimosa biuncifera* (uña de gato), ocupa una superficie de 1, 347 hectáreas, que representan el 13.07% de la superficie total del Parque Estatal. Se localiza a los 2, 350 a los 2, 980 m.s.n.m., en cerriles, principalmente en la porción sur, este y sureste; la pendiente es superior al 35% con un relieve en sentido vertical cóncavo y en el horizontal recto y convexo. Las especies arbóreas y arbustivas dominantes son las siguientes: el nopal (*Opuntia streptacantha*, *O. imbricata*, *O. tunicata*), *Schinus molle* (pirul), *Mimosa biuncifera* (uña de gato), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce), *Acacia tortuosa*, *A. farnesiana* (huizache), *Quercus mycrophylla* (encino rastrero), principalmente; en el estrato herbáceo se encuentran pastos de las especies *Buoteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. curtipendula*, *Lycurus phleoides*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Aegopogon cenchroides*, *Bromus sp.*, *Nassella leucotricha*, *Panicum sp.*, *Buchloe dacylioides*, *Hilaria cenchroides* y *Eragrostis sp.*

En las partes altas de los cerros “Picacho” y la “Palma” se observa la presencia de individuos del género *Agave* y de la especie *Nolina parviflora*, a una altitud cercana a los 3, 000 m.s.n.m.

El pastizal inducido es una comunidad de origen secundario, que se ha establecido como sucesión vegetacional después del desmonte del bosque esclerófilo caducifolio y el matorral crasicale. La estructura es variable y depende en cierto grado de las condiciones físicas y biológicas en donde se desarrolla. Ocupa una superficie de 3, 505 ha, que equivalen al 34.03% de la superficie total del parque Estatal. Se localiza de forma dispersa, principalmente en las formas bajas, lomeríos suaves y en todos los lugares que estén más deteriorados debido a la agricultura, tala y al pastoreo. Las especies dominantes son gramíneas como *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia macroura*, *Nassella sp.*, *Agrostis sp.*, *Festuca sp.*, *Boutelouca curtipendula*, *B. gracilllis*, *B. hirsuta*, *Plectochaetium fimbriatum*, *Bromus sp.*, *Asistida sp.*, *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Eragrostis sp.*, *Digitaria sp.* e *Hilaria cenchroides* principalmente; es posible observar la presencia de encino rastrero *Quercus mycophylla* o *Quercus frutex*, en algunas áreas.

La cuarta comunidad vegetal de la Sierra, la conforma el Matorral bajo Esclerófilo Caducifolio de *Quercus*. Este tipo de vegetación está formado principalmente por la dominación de *Q. mycophylla*, que forma una carpeta muy densa con cerca de un metro de altura. Esta especie es de hojas pequeñas, ramificación muy abundante y se reproduce vegetativamente. Cubre una superficie de 305 ha, las cuales representan el 9.96 % de la superficie del Parque. Se localiza de los 2, 300 a los 2, 900 m.s.n.m., está rodeado principalmente por el pastizal inducido, en una topografía compuesta de lomeríos y cerriles, con pendientes de 5 a 30%. Además del encino rastrero son dominantes algunas especies de pastos *Setaria geniculata*, *Hilaria cenchroides* y *Lycurus phleoides*.

Como especies relevantes podemos mencionar el caso de *Nymphaea mexicana*, que se encuentra bajo el estatus de amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 y *Clethra mexicana* (cletra) que se encuentra en pocas áreas dentro del Valle de México.

## Fauna

De acuerdo con la división zoogeográfica de Jerzy Rzedowski, la Sierra de Tepetzotlán se ubica en la zona de transición entre el Reino Neártico al norte y al Reino Neotropical al sur, por lo que la composición faunística del área es particular y especialmente compleja. La mayoría de las especies que han sido reportadas son de origen neártico, encontrándose que la mayor diversidad de halla en el área de matorral y en el bosque de encino.

Las actuales condiciones de disturbio que pueden percibirse en gran parte de la sierra, han disminuido las poblaciones nativas, y el incremento de las especies oportunistas y nocivas como ratas, perros y gatos ferales. En

general, la tendencia del espectro faunístico presente, está enfocado hacia las especies generalistas con alto grado de adaptabilidad.

Con relación a las aves, se tiene evidencia de la presencia de 72 especies, entre las que destacan *Melanotis caerulescens* (azulejo), *Junco phaeonotus* (ojitos de lumbre), *Bubo virginianus* (búho), *Icterus cucullatus* (calandria), *Buteo jamaicensis* (halcón cola roja), *Heliothrix barroti* (colibrí) y *Lampornis viridipallens* (colibrí), estas dos últimas catalogadas como especies bajo protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Es importante resaltar que la Sierra de Tepetzotlán se ubica dentro de la ruta migratoria del Norte, y que los cuerpos de agua que la rodean sirven como áreas de reposo para las aves migratorias, conjuntamente con la Laguna de Zumpango y el Lago de Guadalupe.

Por su parte los mamíferos están representados por varias especies medianas y pequeñas, destacando de manera peculiar la identificación de una comunidad de *Canis latrans* (coyote) en pleno desarrollo al interior del parque, que si bien es abundante en el país, se encuentra en peligro inminente de desaparecer del Valle de México. Otros casos no menos relevantes se refieren a la presencia de *Lynx rufus* (gato montés) y *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), en las parte más inaccesibles de la Sierra.

### Características socioeconómicas

#### Población

Según datos del XII Censo de Población y Vivienda (2000), la población del municipio de Huehuetoca corresponde a los datos reportados en la tabla 5:

Municipio / Localidad	Total	Hombres	Mujeres
<b>Huehuetoca</b>	<b>38, 458</b>	<b>19, 599</b>	<b>18, 859</b>
Jorobas	1159	587	572
San Miguel Jagüeyes	3408	2185	1223

Tabla 5. Población del municipio de Huehuetoca

En la tabla 6 se observa el crecimiento poblacional y densidad de la población del municipio:

Municipio	1980	Habitantes por km2	1990	Habitantes por km2	2000	Habitantes por km2
<b>Huehuetoca</b>	9, 916	61.22	25, 529	157.61	38.458	237.02

Tabla 6. Crecimiento poblacional en un lapso de 20 años en el municipio de Huehuetoca

Esta situación refleja un significativo aumento de la tasa de incremento poblacional que ha modificado el perfil demográfico del municipio de Huehuetoca; siendo superior a la estimación estatal durante los últimos años. La explicación de este comportamiento demográfico se basa en el fenómeno migratorio hacia la Zona Metropolitana del Valle de México, acrecentado por la falta de espacios habitacionales en la Ciudad de México y en los municipios conurbados, así como en la proliferación de desarrollos habitacionales de interés social en este municipio, mismos que, probablemente hayan duplicado el número de residentes en los últimos tres años.

La tasa de crecimiento inter-censal 1970-2000 se observa en la tabla 7, por otro lado el número de personas alfabetizadas en la parte del municipio correspondiente al área de influencia del Parque Estatal puede ser descrito en la tabla 8:

LOCALIDAD	PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO
Huehuetoca	1970-1980	9.92
	1980-1990	5.08
	1990-2000	3.86

Tabla 7. Tasa de crecimiento intercensal 1970-2000

Huehuetoca	Población
Jorobas	609
San Miguel Jagüeyes	2390

Tabla 8. Población alfabetizada en el municipio de Huehuetoca

La tabla 9 muestra la vivienda en el área de influencia en el Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán":

Huehuetoca	Total de viviendas habitadas
Jorobas	255
San Miguel Jagüeyes	522

Tabla 9. Vivienda en el área de influencia en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán

El porcentaje de población económicamente activa en el área de influencia en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán correspondiente al municipio de Huehuetoca puede observarse en la tabla 10:

Huehuetoca	Población
Jorobas	331
San Miguel Jagüeyes	1731

Tabla 10. Población económicamente activa

## Actividades económicas

El censo económico 2009 reporta 152 unidades económicas para el municipio de Huehuetoca sin incluir el sector agrícola. El sector de servicios cuenta con 1 784 personas empleadas en Huehuetoca, destacando las manufacturas con 1 543 personas. El giro industrial está compuesto básicamente por el área textil y de bebidas de frutas.

Aún cuando la actividad industrial del municipio de Huehuetoca es importante, existe una deficiente diversificación de las actividades primarias, servicios y comercios, por lo que las economías municipales son dependientes, en buena medida, de los otros municipios de esta zona como son Zumpango, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli.

El ramo agropecuario continúa siendo el más importante de la zona, aún cuando se manifiesta ya una transición hacia los ramos de servicios y comercio, transporte y turismo; por otra parte se identifica que la actividad artesanal aún no posee los elementos que le permitan constituirse como parte de la economía municipal.

En la actualidad se localizan varios bancos de préstamo en las márgenes y al interior de la sierra, ya que sus características geológicas la convierten en un importante abastecedor de materiales para la construcción. Existen además bancos de préstamo temporal, de los que algunos lugareños extraen materiales para edificaciones cercanas o como material de construcción para cercas y muros de mampostería. Estos bancos de préstamo deben ser regulados y eventualmente considerados como zonas críticas bajo manejo especial.

## Aspectos culturales

### Tenencia de la tierra

El territorio del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán se encuentra conformado dos tipos de propiedad: la ejidal que cubre el 86.46% y la privada que cubre el 13.54% de área. Son doce los ejidos con dotación de tierra al interior de la Sierra, cinco de los cuales corresponden al municipio de Huehuetoca (Tabla 11):

<b>HUEHUETOCA</b>	<b>PROPIEDAD</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>
	Ejido San José Piedra Gorda	1150.87
	Ejido San Buena Aventura	1530.40
	Ejido San Miguel Jagüeyes	27.74

	Ejido Huehuetoca	169.75
	Ejido Coyotepec	1558.99

Tabla 11. Tipos de tenencia de la tierra en el área

En términos generales no existen conflictos generales en cuanto a conflictos serios en cuanto a litigios de límites de propiedades entre los ejidos y los pequeños propietarios.

#### Uso de suelo

El uso actual del suelo que se presenta actualmente en el territorio del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán se distribuye en seis categorías, las cuales se muestran a continuación (tabla 12):

USO DE SUELO	SUPERFICIE (ha)	%RELATIVO
Forestal-pecuario	3 293.79	31.98
Pecuario	4 927.30	47.84
Forestal	199.45	1.95
Agrícola	1 490.84	14.48
Sin actividad	282.25	2.73
Otros usos	105.92	1.02
<b>TOTAL</b>	<b>10 299.53</b>	<b>100</b>

Tabla 12. Uso de suelo en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán

#### ❖ Uso forestal pecuario

Las áreas consideradas bajo uso forestal pecuario, son aquellas que, aún cuando están constituidas por vegetación arbórea estable (bosque de encino), en ellas se lleva a cabo una actividad ganadera; éstas representan casi el 32% de la superficie del Parque Estatal. Siendo la segunda área más grande de uso de suelo de toda la Sierra. Su importancia radica no sólo en la superficie que ocupa, sino al valor ecológico de la comunidad vegetal donde se realiza este tipo de actividad y las implicaciones negativas que puede traer consigo.

#### ❖ Uso pecuario

Las áreas destinadas a la actividad pecuaria son las más extendidas al interior del Parque Estatal, correspondiendo a una ganadería trashumante, con pastoreo continuo, de ganado bovino, ovino y caprino principalmente; sin embargo también existe la presencia de ganado caballar. Las áreas consideradas de uso pecuario son aquellas constituidas por pastizales inducidos y matorrales: que representan cerca del 45% del área total del Parque. Si sumamos la superficie de uso pecuario y la superficie de uso forestal pecuario tenemos que el área total de pastoreo es de 8 221.09 ha, que representan el 79.82% de la superficie total, aunque esta superficie puede

incluyen además las zonas agrícolas, donde llega a darse este tipo de actividad, después de levantarse las cosechas.

#### ❖ Uso forestal

La superficie de uso forestal es la constituida exclusivamente por las áreas de reforestación, ya que en ellas no se lleva actividad pecuaria o de otra índole. Bajo esta consideración la superficie es poco menor del 2%. Estas áreas se localizan principalmente en las partes norte y sur del Parque, las cuales han sido reforestadas en años anteriores por *Eucaliptus sp.*, mostrándose árboles adultos. Otras áreas de pequeña extensión se han reforestado también con fines de protección y las especies que se han usado son *Casuarina sp.*, *Cupressus lindleyii*, *Pinus greggii*, *P. cembroides* y *Prosopis juliflora*.

#### ❖ Uso agrícola

Las actividades agrícolas se concentran en las partes más bajas del Parque Estatal, las cuales son más accesibles y de topografía menos accidentada, éstas, por lo general, están cercanas a los centros de población y con caminos de acceso secundarios, empedrados o de terracería. La superficie dedicada a cultivos varía cada año, pero, en promedio, se estima que esta actividad se realiza en el 14.48% de la superficie total de la Sierra. La agricultura que se practica es de carácter extensivo para autoconsumo, siendo los principales cultivos el maíz (*Zea mays*) y avena (*Avena sativa*). Agrológicamente, los suelos de la Sierra de Tepotzotlán corresponden a las clases agrológicas IV, VI y VII.

#### ❖ Áreas sin actividad

Las áreas “sin actividad”, son aquellas que están conformadas para las áreas erosionadas, las cuales representan el 2.73% del total de la superficie del Parque. Éstas se localizan en terrenos que anteriormente fueron de agricultura de temporal y bosques, y que actualmente han perdido la mayor parte de suelo, mostrando suelo descubierto de vegetación y afloramientos de material parental. El deterioro en estas áreas se ha debido en un principio por la deforestación que se dio en las décadas anteriores, convirtiéndose con el paso del tiempo en pastizales, así como al mal manejo agrícola y al sobrepastoreo.

#### ❖ Otros usos

Las áreas que se indican como “otros usos”, son aquellas que conformadas por las construcciones que albergan a las antenas de telecomunicación, los cuerpos de agua, los solares, zonas urbanas y la infraestructura representan el 1% de la superficie del Parque Estatal.

## Zonificación

Las zonas identificadas para el Parque Estatal “Sierra de Tepotzotlán” son las siguientes:

- I. Zona Núcleo
- II. Zona de Restauración
- III. Zona de Amortiguamiento
- IV. Zona de Proyectos
- V. Zona Crítica y de Préstamo

### Zona Núcleo (ZN)

Se establece como una zona importante, con fuerte restricción a las actividades humanas, esto con el propósito de mantener una superficie representativa de los ecosistemas locales, que permitan mantener una dinámica ecológica estable y de alto valor ambiental.

La zona núcleo es la que posee las condiciones de mayor valor ecológico y el potencial más alto para la generación de servicios y beneficios ambientales. Atendiendo a los lineamientos señalados en la normatividad ambiental del Estado de México, la zona que aloja el ecosistema de mayor importancia y grado de conservación es el bosque de encino, mismo que es considerado como elemento base para definir la zona núcleo. El encinar es una zona de alto valor ecológico debido a su diversidad; además, los bosques de encino adaptados a las condiciones de la Sierra de Tepotzotlán, son los que favorecen, en mayor medida, la conservación de suelos, el mayor potencial de captación de agua pluvial y de infiltración para la recarga de mantos freáticos, dadas sus condiciones de estructura y la presencia de materia orgánica en sus suelos.

La delimitación de esta zona se basa en dos criterios normativos básicos: *protección* (conjunto de medidas y políticas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente) y *prevención* (conjunto de políticas y medidas necesarias para mantener las condiciones que propicien la continuidad de los ecosistemas y hábitats naturales, así como conservarlas poblaciones viables de especies en sus entornos naturales). De esta manera, los criterios técnicos que en la práctica aplican en la delimitación de la zona núcleo, incluyen al menos los siguientes:

- Áreas de bosque natural de encino con superficie mayor a 10 hectáreas.
- Áreas de bosque natural de encino menor de 10 hectáreas con calidad de sitio mediana o alta.
- Laderas con pendiente mayor al 60% y con presencia de bosque de encino.
- Áreas con presencia de especies de flora o fauna con status de protección o de interés.
- Áreas de infiltración con presencia de encinar.
- Áreas con vegetación endémica.

Restricciones generales: a esta zona corresponden las restricciones que el Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México señala con referencia a los aprovechamientos agropecuarios y forestales intensivos o extensivos, urbanización, extracción de elementos físicos naturales, así como cualquier otra actividad que no sea compatible con los criterios de protección y preservación antes mencionados, a lo establecido en el decreto recreación del Parque o las disposiciones contenidas en el Plan de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán.

Superficie: la zona núcleo comprende una superficie total de 1, 046.94 ha, mismas que corresponden al 10.16% de la superficie total del Parque Estatal.

#### Zona de Restauración (ZR)

Se estableció como una zona proyectada a alcanzar el valor de la zona núcleo, y que incluye aquellas áreas que han sido afectas de forma no muy significativa por las actividades humanas, siendo su función principal la de frenar la incidencia de factores negativos sobre los bosques de encino y la degradación ecológica general de la zona de conservación, ampliando la superficie de esta última en el mediano plazo, facilitando la protección de otros recursos naturales y manteniendo o incrementado la prestación de servicios ambientales.

Criterios: el criterio básico de esta zona se basa en el concepto de *restauración* ecológica, mismo que se define como “el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y el establecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales”. Los criterios técnicos para la delimitación de la zona de restauración son los siguientes:

- Franja de 100 m alrededor de cualquier espacio considerado como zona núcleo.
- Bosques de galerías secundarios localizados en las cañadas y cauces de ríos.
- Bahías de bosque ubicadas en el límite de la zona núcleo, a una distancia menor de 100 m.
- Pendiente entre 40 y 59% con vegetación arbórea de encino.
- Suelo preferentemente forestal con presencia de ejemplares de encino.
- Laderas semidescubiertas que demarquen los cauces de ríos.

Restricciones generales: en esta zona no se permiten actividades agropecuarias o de explotación de recursos forestales, extracción de flora y fauna nativas, así como el aprovechamiento de los recursos físicos asociados tales como suelo, material pétreo, agua; urbanización, ni cualquier otra que no sea compatible con los conceptos de preservación, restauración o de las disposiciones establecidas en el presente documento.

Superficie: la zona de restauración cubre una superficie de 1, 273.38 ha, mismas que representan el 12.36 % de la superficie total del Parque Estatal.

## Zona de Amortiguamiento (ZA)

Siendo el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán un área de creación forestal y con base en el decreto de creación del mismo, se hace necesario mantener la función ecológica que una comunidad natural sin alteraciones proporcionaría, aún cuando esta función se proporcione mediante el uso de otras comunidades bióticas o elementos del medio natural.

Las partes medias de la sierra, afectadas en diferentes grados por las actividades humanas y los efectos colaterales provocados por la degradación de los recursos, requieren modificar su estado actual a fin de cumplir con la función ecológica de la comunidad biótica original, pero, dado que el grado de alteración en que se encuentran, es poco factible retornar a las condiciones originales, el manejo debe dirigirse a implementar acciones que permitan mantener o recuperar dichas funciones.

Esta zona contempla la mayor porción del Parque Estatal, en donde puede observarse que las condiciones prevalecientes han modificado las comunidades vegetales, y en gran medida, la dinámica ecológica que en ellas tiene lugar.

Criterios: para determinar esta zona se tomó como elemento general el concepto de *rehabilitación*, cuya definición se establece como el “estado donde se mantiene las funciones de los ecosistemas o hábitats presentes.” Los criterios técnicos que en la práctica aplican en la delimitación de la zona de amortiguamiento son los siguientes:

- Menor del 60% de cobertura vegetal arbórea o arbustiva fuera de las zonas núcleo, de restauración, crítica y de bancos.
- Espacios mayores a 100 m entre bahías de bosque y menores de 500 m.
- Áreas de vegetación de encino o matorral perturbado.
- Pendientes entre 20 y 50% con presencia e elementos arbóreos.
- Bordos de cuerpos de agua y tributarios sin vegetación.
- Suelo preferentemente forestal con baja densidad forestal arbórea o arbustiva.
- Áreas de interés para los propietarios poseedores que deseen incorporar al uso forestal con baja densidad forestal y fuera de las zonas conservación, restauración, crítica y de bancos.

Restricciones generales: en esta zona no están permitidas las actividades agropecuarias o de extracción de recursos forestales, extracción de flora y fauna nativas, así como el aprovechamiento de los recursos físicos asociados, no readmite la urbanización ni cualquier otra actividad que no sea compatible con el concepto de rehabilitación de las disposiciones establecidas en el Plan de Manejo.

Superficie: la zona de amortiguamiento abarca una superficie de 5, 189.31 ha que representan un 50.38% del área total del Parque Estatal.

## Zona de Proyectos (ZP)

Al ser el Parque Estatal un área de utilidad pública, se hace necesario potenciarse función al mantener, parcialmente, el uso productivo de sus recursos. El objetivo de esta zona es contribuir al desarrollo de las comunidades aledañas, especialmente a los dueños o poseedores, dotándolos de espacio para el desarrollo de actividades productivas compatibles con la función del área y, adicionalmente, ofrecer a la población en general espacios para la recreación y la formación de una cultura ambiental sustentable.

Criterios: para determinar esta zona se tomó como criterio general el concepto de *desarrollo sustentable* que define la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, atendiendo a lo señalado al respecto en el Código Administrativo del Estado de México, que a la letra dice: “Proceso evaluable mediante criterios e indicadores de las condiciones ambiental, económica y social, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, fundándose en medidas apropiadas para la preservación de la integridad de los ecosistemas, la protección al ambiente y aprovechamiento de los elementos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las generaciones futuras.” Como criterios técnicos para determinar los límites de la zona de proyectos, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Terrenos con uso actual agropecuario, recreativo o turísticos cuyos estudios de viabilidad, factibilidad e impacto ambiental lo permitan.
- Terrenos con uso agropecuario o recreativo potencial en una franja de 700 m a partir del límite del Parque Estatal y que no se encuentre dentro de la zona núcleo o de restauración, en ellos se incluyen los bosques de galerías secundarios.
- Áreas con potencial recreativo y que no posean elementos de flora o fauna silvestres bajo status de protección o de interés científico.
- Áreas de interés para los propietarios o poseedores que deseen incorporarlas al uso agropecuario, forestal o recreativo que reencuentren a más de 200 m de la zona núcleo, restauración, crítica y de bancos y que cumplan con las restricciones de impacto ambiental en la normatividad estatal y federal vigentes.

Restricciones generales: no se permitirán actividades de extracción de flora y fauna nativas, urbanización, aprovechamiento de los recursos físicos asociados, así como cualquier actividad que altere sustancialmente el entorno, el paisaje o impacte negativamente el equilibrio ambiental.

Superficie. La zona propuesta abarca una superficie de 1, 950.45 ha y representa un 18.93% del área total del parque.

## Zona Crítica y de Préstamo

La zona crítica y de préstamo comprende todas aquellas áreas que necesitan un tratamiento especial para controlar y contener algún riesgo específico, tanto para los recursos naturales del Parque Estatal, así como para la población que habita en sus proximidades.

Criterios: dado que se trata de espacios muy específicos, los criterios empleados para su designación son variables, pero de manera general pueden mencionarse los siguientes:

- Áreas con asentamientos humanos regulares o irregulares.
- Una franja de 100 m a partir del límite urbano hacia el parque en los casos en que se manifieste urbanización.
- Cañadas con pendiente media mayor al 65 %.
- Cañadas con escurrimientos torrenciales o con material parental suelto en laderas de más de 35% de pendiente.
- Áreas muy erosionadas o degradadas.
- Cauces de ríos con más de 5 m de ancho.
- Bancos de préstamo de materiales pétreos.
- Una franja de 50 m a partir del límite actual del corte del banco de préstamo.

Restricciones generales: en esta zona no se permitirá las actividades de extracción o eliminación de flora y fauna nativas, urbanización, aprovechamiento de agua, así como cualquier otra que altere sustancialmente el entorno, el paisaje o el equilibrio ambiental.

Superficie: esta zona abarca una superficie de 834.44 ha y representa un 8.15% del área total del parque.

## **METODOLOGÍA.**

Se adoptó la metodología desarrollada por el grupo de evaluación ambiental de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), conocida como de indicadores ambientales con el esquema Presión-Estado-Respuesta, el cual se basa en una lógica de causalidad que presupone relaciones de acción y respuesta entre la actividad económica, y el ambiente, y se origina de los siguientes planteamientos:

- ¿Qué está afectando el ambiente?
- ¿Cuál es el estado actual del ambiente?
- ¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?

El trabajo metodológico se dividió en cuatro fases:

### **Elección del área de estudio**

Se estableció como área de estudio las inmediaciones del Parque Estatal “Sierra de Tepotzotlán” correspondientes al municipio de Huehuetoca, Estado de México, cuyos límites tienen las siguientes coordenadas son 19° 47’ 14” Latitud Norte y 99° 14’ 350” Longitud Oeste y 19° 46’ 05” Latitud Norte y 99° 15’ 35” Longitud Oeste con una altura de 2 580 y 2663 m snm respectivamente con una extensión de 3 30.11 ha aproximadamente.

### **Recopilación y revisión bibliográfica**

Se realizó una recopilación bibliográfica referente al Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán (estudios, listados, tesis, planes de manejo y decretos), con la finalidad de recaudar información y compararla con los datos que se obtenidos en campo.

Posteriormente se recopiló la información cartográfica correspondiente al área de estudio como fuente inmediata de información sobre el medio físico, biótico y social, empleando las cartas de: Topografía, Geología, Edafología, Uso de suelo y Uso Potencial que cuentan con la clasificación E14A19 correspondiente a Zumpango de Ocampo en los estados de México e Hidalgo (INEGI, 2000).

### **Trabajo de campo**

Se solicitó un permiso de colecta a la administración del Parque Estatal para la caracterización florística del estudio, y una vez otorgado, comenzó la verificación en campo mediante visitas mensuales realizadas desde el 4 de agosto del 2008 hasta el 8 de julio del 2009 (abarcando así tanto la temporada de lluvias como la de secas) al área de estudio para la elaboración de un listado florístico de las plantas más representativas (árboles y arbustos), mediante un muestreo dirigido en cada uno de los tipos de vegetación que se hallan presentes en el sitio. Para poder identificar a los ejemplares se utilizó literatura especializada (Reedowski, 2001) y los ejemplares que no pudieron

ser identificar en campo se herborizaron para identificarlos en el Herbario de la FES Iztacala. En cuanto a las cactáceas, debido al estatus de riesgo de estas plantas se tomó únicamente un registro fotográfico de los ejemplares encontrados en campo para su posterior identificación en el Jardín Botánico de la FES Iztacala. Además se realizó una colecta de líquenes dada la importancia de estos organismos como indicadores de la calidad ambiental, los cuales fueron identificados en el herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

Para la elaboración de un listado faunístico se realizaron recorridos mensuales, y se aplicaron diferentes tipos de técnicas de muestreo para cada uno de los grupos descritos en este estudio obteniendo registros fotográficos siempre que fuera posible.

Para el caso de los anfibios y reptiles, el muestreo se realizó durante las horas de mayor actividad de estos organismos (9-12 y de 15-17 hrs.) recorriendo caminos y veredas, así como adentrándose en los distintos tipos de vegetación presentes en el área; revisando debajo de las rocas, la hojarasca, el suelo, sobre los árboles, y en cuerpos de agua y sitios perturbados cercanos. La captura de los ejemplares fue manual y se identificaron en el momento, mediante el empleo de guías de campo (National Geographic Society) y la monografía incluida en la tesis de Castillo y Reyes (2006) sobre la herpetofauna del área.

Los muestreos para las aves se realizaron mediante registros visuales con la ayuda de unos binoculares *Vivitar* 10X25 y de guías de campo (National Geographic Society y Roldán).

Para realizar el listado de mamíferos se utilizaron métodos indirectos, como fueron registros visuales, el estudio de huellas, excretas (National Geographic Society) además de complementar la información con los cuestionarios realizados en la localidad.

Una vez obtenidos ambos listados se procedió a verificar las especies bajo protección y/o endémicas de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

A la par, para identificar los indicadores de Presión se realizaron monitoreos mediante recorridos en las inmediaciones del Parque Estatal esto para identificar las actividades que generen anomalías al ambiente, así como las actividades recreativas y de mantenimiento, muchas de las cuales fueron registradas fotográficamente. Al mismo tiempo se verificó la introducción de especies ajenas al Parque (como fauna nociva, feral, flora exótica).

Esta información fue complementada con los datos obtenidos a partir de la aplicación de encuestas a los pobladores y guardabosques, así como una entrevista realizada a la administración del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán (Anexo 1).

Se elaboró una lista de chequeo para poder identificar las principales acciones generadoras de impacto y los electos del ambiente que eran susceptibles de daño; para después construir un análisis más detallado.

### Trabajo de gabinete

La información obtenida se vació en una matriz Causa-Efecto tipo Leopold, con la finalidad de calificar e identificar los impactos más representativos en el área, posteriormente se tomaron los datos significativos y se analizaron con una matriz de Mc Harg, con el objetivo de evaluar el grado de afección producido por cada uno de los impactos, para poder integrar esta información se elaboraron redes con sus posibles ramas involucrando las causas de los impactos. Por último se utilizó la metodología P-E-R (Presión-Estado-Respuesta) propuesto por INEGI 2003-INE 2007-OCDE 2007 (figura 2), sobre cada una de las acciones generadoras de alteración ambiental con el fin de proponer acciones y estrategias que contribuyan a reducir los impactos identificados de acuerdo con el marco jurídico vigente, que corresponde a las normas mexicanas en materia ambiental.

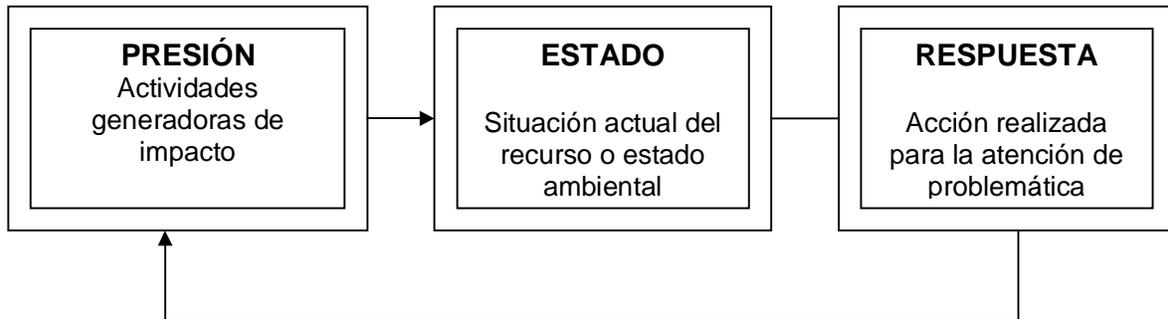


Figura 2: Esquema Presión-Estado-Respuesta

## Resultados

### Flora

Se reportaron 180 especies de plantas vasculares repartidas en 53 familias, de las cuales Asteraceae (Compositae) es la mejor representada con 31 especies, le siguen Gramineae con 27, Leguminaceae con 16, Cactaceae con 12 y Fagaceae con 11. *Nymphaea mexicana* y *Dasyllirion acrotriche* se encuentran catalogadas por la norma NOM-059-SEMARNAT-2001 como amenazadas (Ver Anexo 2).

Para el caso de los hongos se registraron 85 especies comprendidas en 28 familias. Las familias más representativas son Tricholomataceae con 11 especies, Amanitaceae con 8, Boletaceae y Polyporaceae con 7 y Lycoperdaceae con 5. LA ESPECIE DE HONGO *Boletus edulis* se encuentra amenazada. (Ver Anexo 2).

Se identificaron 4 especies de líquenes (saxícolas y cortícolas), tres de los cuales pertenecen a la familia Parmeliaceae y uno a la familia Candelariaceae. (Ver Anexo 2).

### Fauna

#### Aves

La Clase Aves es la mejor representada en términos de riqueza específica, con un total de 62 especies, el 85.42% de las cuales pertenece al Orden Passeriformes (53 especies). Se encontraron 5 especies consideradas dentro de alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2001 (ver tabla 13), tres de las cuales son endémicas. En total se registran 4 especies endémicas y varias especies migratorias de la ruta del Norte como *Parula americana*, *Turdus migratorius* y *Pheucticus melanocephalus*. Además se registró la presencia de *Sturnus vulgaris* especie introducida procedente de Asia (Ver Anexo 2).

Nombre científico	Nombre común	Registro	Categoría de protección/Endemismo
<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrión bigotudo	Bibliografía	Probablemente extinta en su medio silvestre/Endémica
<i>Bubo virginianus</i>	Búho	Bibliografía	Amenazada/Endémico
<i>Colaptes auratus</i>	Pájaro carpintero	Bibliografía	Probablemente extinta en su medio silvestre/Endémica
<i>Heliothryx barroti</i>	Colibrí, hada enmascarada	Campo/Bibliografía	Protección especial

<i>Lampornis viridipallens</i>	Colibrí garganta verde	Campo/Bibliografía	Protección especial
<i>Melanotis caerulescens</i>	Azulejo	Campo/Bibliografía	Endémica

Tabla 13: especies de aves endémicas o incluidas en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2001

## Mamíferos

La Clase Mammalia está representada por 21 especies registradas y por dos registros a nivel familia: Sciuridae y Soricidae. No se encontraron especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Tres especies son consideradas endémicas: *Canis latrans cagottis*, *Bassariscus astutus* y *Peromyscus maniculatus fulvus*.

## Reptiles

La Clase Reptilia es la que presenta un mayor número de especies dentro de alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2001, ya que de las 26 especies registradas 14 se encuentran mencionadas en la norma (ver tabla 14). En lo que se refiere a los endemismos, el 76.92% (20 especies) son endémicas. Todos los registros corresponden al Orden Squamata, siendo la familia Colubridae la mejor representada con 13 especies. (Ver Anexo 2).

Nombre Científico	Nombre Común	Registro	Categoría de Protección/Endemismo
<i>Barisia imbricata</i>	Falso escorpión	Bibliografía	Protección especial/Endémica
<i>Conopsis biserialis</i>	Culebra de tierra	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Conopsis nasus</i>	Culebra de tierra de nariz larga, culebra borreguera	Bibliografía	Endémica
<i>Lampropeltis mexicana</i>	Coralillo, falsa coral	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Pituophis deppei</i>	Alicate, sincoote	Campo/Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra rayada	Bibliografía	Protección especial/Endémica
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra	Bibliografía	Endémica
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra de agua	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Thamnophis melanogaster</i>	Víbora de agua, culebra negra	Bibliografía	Endémica

<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra de agua	Bibliografía	Endémica
<i>Thamnophis scaliger</i>	Culebra listonada de montaña, cola larga	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Eumeces copei</i>	Lincer	Bibliografía	Protección especial/Endémica
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Falso camaleón	Campo/Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija	Bibliografía	Endémica
<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija	Bibliografía	Endémica
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija	Campo/Bibliografía	Protección especial
<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija escamosa	Bibliografía	Endémica
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija escamuda, ticuishe	Campo/Bibliografía	Endémica
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartijo escamudo collarejo, lagartija de collar	Campo/Bibliografía	Endémica
<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de cola negra	Campo/Bibliografía	Protección especial
<i>Crotalus polystictus</i>	Víbora de cascabel	Bibliografía	Protección especial/Endémica
<i>Crotalus triseratus</i>	Víbora de cascabel	Bibliografía	Protección especial

Tabla14: especies de reptiles endémicas o incluidas en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2001

## Anfibios

La Clase Anfibia está representada por 9 especies, 6 pertenecientes al Orden Anura y 3 al Orden Caudata. Se registraron 4 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, todas endémicas (ver tabla 15 y Anexo 2).

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Registro</b>	<b>Categoría de Protección/Endemismo</b>
<i>Ollotis occidentalis</i>	Sapo	Campo/Bibliografía	Endémico
<i>Hyla plicata</i>	Ranita de árbol	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Chripterotriton chiropterus</i>	Tlaconete	Bibliografía	Protección especial/Endémica

<i>Pseudoeurycea belli</i>	Tlaconete pinto	Bibliografía	Amenazada/Endémica
<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	Tlaconete	Bibliografía	Amenazada/Endémica

Tabla15: especies de anfibios endémicas o incluidas en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2001

## Encuestas y Entrevistas

Se aplicaron un total de 26 encuestas, 12 de las cuales fueron aplicadas a los pobladores y 14 a los guardaparques, además se realizó una entrevista al Biol. Antonio Barbero, quien está a cargo de la Coordinación General de Conservación Ecológica de Tepotzotlán sobre las dificultades y amenazas que enfrenta el área, así como sobre las acciones que realiza su administración para garantizar su conservación (Ver Anexo 1).

### Pobladores

De los pobladores encuestados, se observan los siguientes resultados: en cuanto al tiempo de habitar en el área, el valor mínimo fue de 5 años, y el máximo de 40, siendo el promedio de 18.58 años.

En lo que respecta a las mascotas o animales de traspatio, el 91.66% de los encuestados tienen uno o más animales en su propiedad, siendo los perros los animales más comunes (91.66%), seguidos por las aves de corral (58.33%) y chivos (16.66%). (Ver tabla 16).

Mascotas y animales de traspatio	Número de animales	%
Perros	11	91.66
Aves de corral	7	58.33
Chivos	2	16.66
Ovejas	1	8.33
Reses	1	8.33
Gatos	1	8.33
Burros	1	8.33
Borregos	1	8.33
No tiene	1	8.33

Tabla 16: mascotas y animales de traspatio

El 75% de los encuestados se dedican a las actividades agropecuarias como medio de subsistencia, de éstos, el 55.55 % se dedica únicamente a la agricultura, 33.33% realiza ambas actividades y un 11.11% se dedica exclusivamente a la ganadería.

Estas actividades se realizan principalmente (77.77% de los casos) con fines de autoconsumo, y sólo el 22.22% de los encuestados dedica el excedente de su producción al comercio local.

El 66.66% de los agricultores dijo utilizar algún tipo de fertilizante, tratándose de estiércol de ganado en el 75% de los casos y de fertilizantes artificiales en el 25% (sobre todo para el cultivo del maíz).

En lo referente a la fauna del área, se le preguntó a los pobladores qué animales se podían observar anteriormente y ya han desaparecido, y cuáles aún pueden observarse. En el primer caso (tabla 17) sobresale la mención del coyote por un 66.66% de los encuestados, seguido del conejo (25%) y las serpientes (16.66%).

Animales que ya no se observan	No. de menciones	%
Coyote	8	66.6666667
Conejo	3	25
Serpientes/Culebras	2	16.6666667
Zopilote	1	8.33333333
Cuervo	1	8.33333333
Onza	1	8.33333333
Correcaminos	1	8.33333333
Zorra	1	8.33333333
Zorrillo	1	8.33333333

Tabla 17: animales que ya no se observan en la localidad

En el caso de los animales que aún pueden observarse en el área, se encuentran conejos, ardillas, serpientes y tlacuaches, entre los más comunes. Es importante señalar el hecho de que algunos animales se encuentren en ambas listas, lo que podría indicar por una parte, grados distintos de contacto y conocimiento de la fauna por parte de los pobladores, y por la otra el hecho de que las poblaciones de ciertas especies han disminuido, pero no han desaparecido por completo del área (ver tabla 18).

Animales que aún se observan	No. de menciones	%
Conejo	6	50
Ardilla	5	41.6666667
Serpiente	5	41.6666667
Tlacuache	4	33.3333333
Liebre	3	25
Aves	3	25
Zopilote	3	25
Coyote	2	16.6666667

Águila	2	16.666667
Zorrillo	2	16.666667
Paloma güilota	1	8.33333333
Halcón	1	8.33333333
Lechuza	1	8.33333333
Tecolote	1	8.33333333
Víbora cascabel	1	8.33333333
Hurón	1	8.33333333
Lagartija	1	8.33333333
Vacas	1	8.33333333
Perros	1	8.33333333
Gavilanes	1	8.33333333
Cuervo	1	8.33333333
Pájaro carpintero	1	8.33333333

Tabla 18: animales que aún pueden observarse en la localidad

El 66.66% de los encuestados considera que la fauna silvestre es importante por diversos motivos, principalmente como fuente de alimento, pero también por su belleza o su papel en el medio ambiente.

Por otro lado, un 41.66% de los encuestados dijo tener problemas con algún animal, siendo las serpientes los animales con un mayor número de menciones (25%), seguidas por los ratones, las ratas y el coyote, cada uno con una mención (8.33%). Sin embargo un 33.3% no tiene problemas con animal alguno de la localidad.

En lo referente a los incendios forestales un 41.66% de los encuestados los percibe como muy perjudiciales, un 16.66% los considera sólo perjudiciales y otro 41.66% los considera regulares. Ningún encuestado se refirió a los incendios como buenos o muy buenos, pero un 33% consideró que los incendios forestales eran benéficos para el cultivo.

En la tabla 19 pueden observarse cuáles son los recursos naturales más explotados por los pobladores, entre los cuales sobresalen la leña como fuente de combustible y los hongos como fuente de alimento, ambos recursos son utilizados por el 83.33% de los pobladores encuestados.

Recursos utilizados por la comunidad	No. de pobladores	%
Madera/leña	10	83.3333333
Hongos	10	83.3333333
Platas comestibles	7	58.3333333
Animales comestibles	7	58.3333333
Tierra y minerales	7	58.3333333

Platas medicinales	6	50
Fibras	2	16.6666667
Pieles	1	8.33333333

Tabla19: recursos utilizados por los pobladores encuestados

La mayoría de los pobladores (66.66%) obtienen agua de pozos, un 41.66% es abastecido por medio de una pipa y el 8.33% dijo obtener el agua que necesita de un manantial.

En lo que respecta al manejo de los residuos sólidos, la incineración es el método más utilizado por los pobladores (58.33%) para deshacerse de su basura. Un 41.66% utiliza un camión particular y el 8.33% usa depósitos regulares.

Incineración	7	58.3333333
Camión	5	41.6666667
Depósitos irregulares	1	8.33333333

Tabla 20: Modos en que dispone de su basura la población encuestada.

### Guardaparques

Fueron entrevistados los 14 guardaparques que actualmente laboran para la Coordinación General de Conservación Ecológica de Tepotzotlán, obteniéndose los siguientes resultados: el promedio de tiempo que llevan trabajando en el área es de 5.7 años, siendo 10.5 años el valor máximo y 0.5 años el mínimo.

Al preguntárseles sobre las actividades que realizaban al interior del Parque Estatal sobresalen el combate y la prevención de incendios con el 85.71% de las menciones y la reforestación con el 64.28%. En la tabla 21 se observan todas las actividades mencionadas por los encuestados:

Actividad	No. de menciones	%
Combate y prevención de incendios	12	85.7142857
Reforestación	9	64.2857143
Visitas guiadas	6	42.8571429
Mantenimiento del parque	4	28.5714286
Podas	4	28.5714286
Vigilancia del Parque	3	21.4285714
Talleres de Educación ambiental	2	14.2857143
Mantenimiento de Reforestaciones	1	7.14285714
Caseteo	1	7.14285714

Tabla21: Actividades realizadas por los guardaparques

En lo referente a la percepción sobre el estado actual del parque la gran mayoría de los encuestados lo consideran poco degradado (81.75%), mientras intacto y muy degradado sólo recibieron una mención cada uno (7.14%).

Para el caso de la fauna, de acuerdo con los guardaparques, los animales que más han desaparecido (tabla 22) están encabezados por el armadillo (48.85%), el gato montés (35.71%) y el venado (28.57%), entre otros, mientras que los animales que aún se observan en el área pueden verse en la tabla 23.

Animales que ya no se observan	No. de menciones	%
Armadillo	6	42.8571429
Gato montés	5	35.7142857
Venados	4	28.5714286
Coyote	4	28.5714286
Liebres	3	21.4285714
Tlacuache	2	14.2857143
Correcaminos	2	14.2857143
Codorniz	1	7.14285714
Zorrillo	1	7.14285714
Conejo	1	7.14285714
Zorra	1	7.14285714
Aves	1	7.14285714
Víbora de cascabel	1	7.14285714
Tejón	1	7.14285714

Tabla 22: Animales que ya no se observan según los encuestados

Animales que aún se observan	No. de menciones	%
Coyote	9	64.2857143
Conejos	7	50
Víbora de cascabel	5	35.7142857
Águilas	5	35.7142857
Ardillas	5	35.7142857
Tlacuaches	5	35.7142857
Zorra	5	35.7142857
Liebre	4	28.5714286
Aves	3	21.4285714
Zorrillo	3	21.4285714
Ratones	2	14.2857143
Sincoate	1	7.14285714
Tuzas	1	7.14285714
Elanio azul	1	7.14285714
Víboras	1	7.14285714
Codorniz	1	7.14285714
Azulejos	1	7.14285714
Tejón	1	7.14285714
Teporingo	1	7.14285714
Correcaminos	1	7.14285714
Gato montés	1	7.14285714
Reptiles	1	7.14285714

Tabla 23: Animales que aún se observan según los encuestados

Es importante señalar que los animales mencionados como desaparecidos en el área varían considerablemente entre la percepción de los pobladores y de los guardaparques, sin embargo existen varias coincidencias como el coyote, el conejo, la liebre, la zorra, el zorrillo, el correcaminos y la víbora de cascabel.

Sobre las causas que han provocado esta disminución, la mayoría lo atribuye a la cacería y los incendios forestales con el 64.28 y el 28.57% de las menciones respectivamente. Otras causas mencionadas son la cercanía de la

población humana con un 14.28% y la extracción clandestina de recursos naturales (particularmente de tierra de monte y leña) con otro 14.28%.

Los guardaparques consideran a la fauna importante por diversos motivos, entre los que destaca su función ecológica (como parte de la vida silvestre, como control de plagas o para el equilibrio del ecosistema) con un 85.71% de las menciones, mientras otros le atribuyen importancia debido a su valor utilitario para el ser humano, el sentido de pertenencia que le dan al lugar o por el derecho de los propios animales a existir.

A la pregunta 10 (principales amenazas del parque), la mayoría de los encuestados no contestó nada (50%) y de las respuestas obtenidas las más sobresalientes son los incendios forestales con un 21.42% y la falta de vigilancia con un 14.28% (Tabla 24).

Principales amenazas	No. de menciones	%
No contestó	7	50
Incendios forestales	3	21.4285714
falta de vigilancia	2	14.2857143
Extracción de recursos naturales	1	7.14285714
Asentamientos irregulares	1	7.14285714
La ignorancia de la gente	1	7.14285714
Falta de personal	1	7.14285714
Tala de árboles	1	7.14285714
Extracción de leña y tierra	1	7.14285714

Tabla 24: Principales amenazas del Parque según los encuestados

Por otra parte, el 85.71% de los guardaparques considera que los servicios que proporciona el parque para la conservación del ambiente son insuficientes, frente a un 14.28% que los considera suficientes. Por lo que un 71.42% de los encuestados (ver tabla 25) coincide en que es necesario más personal para mejorar las acciones de conservación realizadas en el Parque.

Mejoras necesarias para el trabajo de los guardaparques	No. de menciones	%
Aumentar el personal	10	71.4285714
Más vigilancia	3	21.4285714
Mejores vehículos	2	14.2857143
Educar a la gente de los alrededores	1	7.14285714
Más reforestaciones	1	7.14285714
Promoción del Parque	1	7.14285714
Capacitación	1	7.14285714

Tabla 25: Sugerencias de los guardaparques para mejorar el manejo del parque

De acuerdo con la experiencia de los guardaparques, los recursos más extraídos por la gente de los alrededores son:

Recurso extraído	No. de menciones	%
Leña	13	92.8571429
Tierra de monte	12	85.7142857
Plantas comestibles	11	78.5714286
Hongos	11	78.5714286
Aves	10	71.4285714
Reptiles	9	64.2857143
Conejos y rata de campo	8	57.1428571
Plantas medicinales	7	50
Minerales	5	35.7142857
Madera	4	28.5714286

Tabla 26: recursos extraídos del parque de acuerdo con los encuestados

En lo referente a los incidentes que ocurren con mayor frecuencia al interior del parque, el saqueo de recursos naturales (especialmente tierra y leña) y los incendios forestales fueron las respuestas principales con un 78.57% y un 35.71% respectivamente.

Finalmente se le preguntó a los guardaparques qué proponían para mejorar la conservación y el aprovechamiento del parque. Las respuestas se observan en la tabla 27:

Propuestas	No. de menciones	%
Más reforestación	4	28.57
Más equipo	4	28.57
Más personal	4	28.57
Más presupuesto	3	21.42
Educación ambiental a los pobladores	3	21.42
Más reforestación de encino	1	7.14
Más y mejores vehículos	1	7.14
Casetas de vigilancia y perímetro	1	7.14
Mejor sueldo	1	7.14
Uso sustentable de los recursos naturales	1	7.14
No contestó	1	7.14

Tabla 27: propuestas hechas por los guardaparques para el mejoramiento el Parque

### Matriz de impactos tipo Leopold

Las matrices son arreglos tabulares en los que se distinguen dos grupos de datos, que se ingresan en las columnas y en los renglones y que identifican diversas acciones y su potencial impacto sobre los componentes del ambiente. Normalmente se colocan en los renglones las acciones o actividades y sobre las columnas los factores ambientales (Vidal y Franco, 2009).

La matriz más conocida es la de Leopold, publicada en 1971, por el Dr. Luna Leopold y colaboradores, que involucra el uso de 100 acciones

específicas y 88 componentes ambientales, y por tal razón se emplea en una gran diversidad de proyectos. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo esta metodología se utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los impactos considerados como significativos. No obstante, es posible preparar matrices para las necesidades específicas de cada estudio adaptando la referida de Leopold entre otras matrices (Espinoza, 2001 y Vidal y Franco, 2009).

En el uso de la matriz de Leopold debe considerarse cada acción y su potencia para crear impacto sobre cada elemento del ambiente. Cuando un impacto se anticipa, la celda de interacción de la matriz se marca con una línea diagonal. Posteriormente la interacción se describe en términos de su magnitud y su importancia (Vidal y Franco, 2009).

La magnitud del impacto hace referencia a su cantidad física; si es grande o pequeño dependerá del patrón de comparación, y puede tener el carácter de positivo o negativo, si es que el tipo de modificación identificada es deseado o no, respectivamente. La importancia, que sólo puede recibir valores positivos, queda dada por la ponderación que se le asigne y puede ser muy diferente de la magnitud (Espinoza, 2001).

Con base en los recorridos realizados y los cuestionarios y entrevistas aplicados se identificaron las acciones generadoras de impacto en el área, con las cuales se formó una lista de chequeo organizada en las siguientes categorías:

- ❖ **Actividades de Uso del Parque:** que incluye vandalismo, paseantes, caza ilegal, fauna nociva, flora introducida, incendios, asentamientos humanos y generación de residuos sólidos.
- ❖ **Actividades de Manejo:** que incluye reforestación, vigilancia, control de incendios y educación ambiental.
- ❖ **Actividades Económicas:** que incluye extracción ilegal de flora, fauna, suelo, leña, agricultura y pastoreo.

Por su parte, los elementos del ambiente susceptibles de impacto se agruparon en físicos, biológicos, socioeconómicos y estético-culturales.

MATRIZ TIPO LEOPOLD	ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTO															
	Actividades del uso del Parque							Actividades de Manejo				Actividades Económicas				
	Vandalismo	Paseantes	Caza ilegal	Fauna nociva	Flora introducida	Incendios	Asentamientos humanos	Generación de residuos sólidos	Reforestación	Vigilancia	Control de incendios	Educación ambiental	Extracción ilegal			
Flora													Fauna	Suelo	Leña	Agricultura
Importancia 1 a 10																
Magnitud de -10 a -1 y de +1 a +10																
Sin interacción																



como impactos significativos, de acuerdo con lo cual se obtuvieron 137 impactos significativos, de los cuales 84 impactos fueron negativos y 53 fueron positivos, restando 131 impactos no significativos.

A continuación se describen las acciones generadoras de impacto:

- ❖ **Vandalismo.**- Pertenece a las Actividades de Uso del Parque, cuenta con 11 impactos, de los cuales tres corresponden a impactos significativos y 8 a impactos no significativos.

Durante el trabajo de campo se registraron en múltiples evidencias de actos vandálicos contra la vegetación natural, particularmente árboles rotulados con navajas (ya sea para hacer fogatas o para grabar insignias) y extracción de cactáceas y otras plantas sin motivo aparente. Por otro lado, de acuerdo con los cuestionarios aplicados a los pobladores y guardaparques (Anexo 1), así como la entrevista realizada a las autoridades ambientales del parque (Anexo 1), la mayor parte de los incendios son provocados intencionalmente por los visitantes por descuido o para divertirse.



Figuras 3 y 4: destrucción de la vegetación por actos vandálicos

Por otra parte, se han reportado altercados entre los guardaparques y personas a las que no se les permite extraer tierra de monte y hojarasca. Además los habitantes de las inmediaciones del parque se quejan del robo esporádico de sus animales de crianza.



Figuras 5: deterioro del paisaje por actos vandálicos

- ❖ **Paseantes.-** Pertenece a las Actividades de Uso del Parque, cuenta con 15 impactos, de los cuales dos aparecen como significativos.

Debido a que el área de estudio es de difícil acceso por su topografía y el estado de los caminos, el número de visitantes que recibe no es muy elevado, sin embargo, aquellos que visitan el área lo hacen en vehículos, saliéndose muchas veces del camino propiciando así la compactación y la erosión del suelo.



Figuras 6 y 7: deterioro del suelo por acción de los paseantes

- ❖ **Caza ilegal.-** Por caza ilegal se define a toda extracción de fauna en el área realizada únicamente con fines recreativos por individuos foráneos. Se encuentra dentro de las Actividades de Uso del Parque y cuenta con 6 impactos, de cuales sólo uno se registra como significativo.

Dentro de las especies presentes en el área e incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 bajo alguna categoría de protección destacan en primer lugar el grupo de los reptiles y el de las aves en segundo, por lo que estos organismos son particularmente susceptibles a la cacería. Evidencias de la presencia de cazadores furtivos en el área son casquillos de bala encontrados durante las visitas de reconocimiento de hechos y los testimonios de los pobladores recogidos en los cuestionarios (Anexo 1).



Figuras 8: cartucho de rifle

- ❖ **Fauna nociva.**- El término fauna nociva se refiere a todas aquellas especies de animales introducidas al parque ya sea directa o indirectamente por causa de las actividades humanas, siempre que estas especies no representen una fuente de sustento para los pobladores, por lo que el ganado y los animales de corral, pese a los efectos nocivos que puedan tener sobre los componentes ambientales no se incluyen en esta denominación. Este tipo de fauna es producto de las Actividades de Uso del Parque. Registra ocho impactos totales, cinco de los cuales son significativos.

La fauna nociva en el área está integrada básicamente por gatos, perros (tanto domésticos como ferales), rata gris, rata negra y ratón gris.

La fauna autóctona es afectada de múltiples formas por la presencia de este tipo de fauna. En el caso de los mamíferos, carnívoros tales como el coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el gato montés (*Lynx rufus*) se ven desplazados por manadas de perros ferales. Esto puede verse, por ejemplo, en la cantidad de excretas encontradas de perro y coyote en los puntos de muestreo más alejados de los centros de población humana, con una proporción de 4:1 respectivamente.

Por otra parte, las aves y los reptiles se ven perjudicados por la introducción de miembros de la familia Muridae, particularmente el ratón gris (*Mus musculus*), la rata gris (*Rattus norvegicus*) y la rata negra (*Rattus rattus*). Sin embargo, el área de distribución de estos roedores está fuertemente ligada a los asentamientos humanos, por lo que su acción es restringida.

El principal daño que provocan los múridos está relacionado con la salud humana, ya que son transmisores de enfermedades como la peste bubónica, tularemia, tifo, salmonelosis, rabia y triquinelosis (Ceballos y Galindo, 1984).

Por último, los pobladores se quejaron del efecto nocivo de estos roedores en sus cultivos, particularmente en el cultivo del maíz, principal cultivo de la localidad.

- ❖ **Flora introducida.**- Se constituye principalmente por eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis*) y algunas variedades de muérdago que no han sido identificadas. Cuenta con un total de nueve impactos, tres significativos y seis no significativos. Está incluida dentro de las Actividades de Uso del Parque.

Los eucaliptos tienen un efecto cuestionable sobre el control de la erosión, ya que no dan lugar a la formación de una capa de hojarasca protectora en el suelo, ni favorecen el crecimiento del sotobosque, de plantas herbáceas y arbustivas, que realmente protejan al suelo mineral de la acción erosiva de la lluvia. Además, en regiones semiáridas, el

eucalipto gasta demasiada agua por transpiración, lo cual repercute en la estabilidad del manto freático y de las fuentes de agua del subsuelo. El eucalipto no produce forraje para el ganado doméstico ni favorece el reestablecimiento de la flora y la fauna nativas, ya que prácticamente nada de su biomasa es utilizable para la alimentación de insectos y otros animales no australianos (Vázquez-Yáñez y Cervantes, 1993).



Figuras 9: eucalipto empleado en la reforestación

Si bien la utilización del eucalipto en reforestaciones actuales es muy escasa existe un grupo considerable de eucaliptos adultos (de veinte a treinta ejemplares) en la zona de transición entre el pastizal y el bosque de encino, producto de reforestaciones anteriores.

En el caso del muérdago, este no fue encontrado en el área de estudio durante los muestreos, sin embargo éste es un problema serio en otros sitios del parque, por lo que no puede descartarse la posibilidad de su presencia en el área.

- ❖ **Incendios.**- Se encuentran dentro de las Actividades de Uso del Parque, por lo que sólo se refieren a los incendios provocados por el hombre. Los incendios forestales son la acción realizada dentro del área de estudio que presentó un mayor número de impactos negativos significativos con 15 interacciones y un total de 21 impactos.

De acuerdo con los resultados de los cuestionarios aplicados a pobladores y guardaparques la mayor parte de los incendios son provocados (ya sea intencionalmente o por descuido) por personas que visitan la localidad. Esta afirmación es congruente con el hecho de que la gran mayoría de los incendios ocurren durante el período vacacional de semana santa, según dijeron las autoridades ambientales del Parque Estatal. Sin embargo no debe descartarse la acción de los pobladores en la provocación de los incendios, ya que un 33% de los encuestados reconoció el papel benéfico de los incendios para la obtención de forraje e inducir el cambio de uso de suelo para fines agrícolas y ganaderos, siendo éstas las principales causas de los incendios forestales a nivel nacional (Cedeño, 1999, citado por Cortinas, 2008). Si bien es cierto que la mayor parte de los agricultores poseen solamente parcelas pequeñas en las cercanías de su hogar, por lo que les resulta inconveniente quemar el pastizal con fines agrícolas, las quemas con fines ganaderos

son más comunes, pero éstas se analizan en el apartado correspondiente a las Actividades Económicas.

Los incendios forestales deterioran la calidad atmosférica modificando el microclima y propiciando la emisión contaminantes como el CO<sub>2</sub> (gas de efecto invernadero) e incluso dioxinas y furanos (Cortinas, 2008).

La fauna se ve afectada no sólo por la perturbación y la eliminación de su hábitat, sino por la forma en que las especies de baja movilidad son mermadas con cada incendio. Los incendios forestales evitan la regeneración de la cubierta vegetal, debilitan el arbolado adulto y lo hacen susceptible al ataque de plagas y enfermedades, lo cual es particularmente perjudicial para las aves por su estrecha dependencia con el bosque y por el elevado número de especies registradas en el área (62 spp.), algunas de las cuales se hallan comprendidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (6 spp. en riesgo, 4 de las cuales son endémicas). Además de las aves, mamíferos como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y serpientes como *Diadophis punctatus* y *Salvadora bairdi*, tienen al bosque como único hábitat natural (Ceballos y Galindo, 1984, Castillo y Reyes, 2003). Por otra parte, los incendios forestales favorecen la invasión de especies no deseables y ocasionan daños graves en la capa superficial del suelo (Programa de Manejo, 2003).

Como en otros tipos de vegetación, también en el bosque de encino el fuego provoca cambios en la composición y la estructura, cambios que varían en su profundidad en función de la periodicidad y la fuerza de los incendios. Así muchos encinares mueren por completo, bien porque no resisten los incendios, o bien porque no se reproducen las especies dominantes y a la larga el bosque no puede perpetuarse (Rzedowski, 1978).

En lo que respecta a las repercusiones sobre la población humana, los pobladores manifestaron el peligro constante que los incendios suponen para sus cultivos, viviendas, su salud y su propia vida, todo lo cual repercute en la calidad de vida en su conjunto. Por otro lado, el paisaje natural se deteriora significativamente.



Figuras 10: área afectada por un incendio forestal resiente

En resumen, la totalidad de estos impactos convierten a los incendios forestales en una de las acciones más perniciosas para el medio ambiente en su conjunto, pues provocan la destrucción del hábitat y de las especies autóctonas, el deterioro de los recursos abióticos tales como el suelo y la atmósfera, la disminución de la calidad de vida de los pobladores y la pérdida de belleza paisajística.

- ❖ **Asentamientos humanos.-** Esta denominación incluye tanto asentamientos regulares como irregulares y está comprendida dentro de la categoría Actividades de Uso del Parque. Cuenta con 24 impactos totales, 12 de los cuales corresponden a impactos negativos significativos.

La mayor parte de los asentamientos son de carácter regular y están ubicados en los límites del Parque Estatal, sin embargo su influencia se percibe mucho más allá de su localización específica. Además fue identificado un asentamiento irregular en dentro del área natural protegida, en las cercanías del bosque de encino.

El impacto más evidente que tienen los asentamientos humanos sobre el ambiente es la transformación radical paisaje, en detrimento de la belleza escénica del lugar.

La forma en que estos asentamientos afectan los elementos físicos del ambiente está directamente relacionada con la precariedad de sus condiciones, ya que al no contar con drenaje contaminan los escasos cuerpos de agua de la zona para satisfacer sus necesidades básicas, por otra parte el sistema de recolección de basura es ineficiente por lo que el 58.33% de los pobladores encuestados incinera sus residuos, contaminando así el suelo y el aire.

La fauna se ha visto desplazada por la modificación (y muchas veces la eliminación) de su hábitat consecuencia inherente a los asentamientos. Las aves son el grupo más afectado. Por el contrario, algunas especies generalistas como ciertos reptiles del género *Sceloporus* y mamíferos del Orden Rodentia se han visto beneficiadas por la presencia humana.

Finalmente el impacto visual es elevado, pues se modifican radicalmente los componentes estructurales del paisaje, en detrimento de la belleza escénica.



Figuras 11: asentamiento irregular

- ❖ **Generación de residuos sólidos.**- Pertenece a las Actividades de Uso del Parque, con un total de 18 impactos, siendo la contaminación del suelo y el deterioro de las zonas de recreo los impactos significativos.

La contaminación del suelo por residuos sólidos se puede apreciar principalmente en las áreas de vegetación cercanas a los caminos, las cuales son utilizadas como áreas de recreo por los visitantes, por lo que los residuos más comunes son bolsas y botellas de plástico, latas, botellas de cerveza y utensilios desechables. En las cercanías a las viviendas pueden distinguirse otro tipo de residuos generados por los locales, por ejemplo cascajo y desechos domésticos. Sin mencionar que algunos pobladores colocan su residuos en depósitos irregulares (8.33% de los encuestados).



Figuras 12 y 13: deterioro del paisaje por la presencia de residuos sólidos

- ❖ **Reforestación.**- Pertenece a las Actividades de Manejo del Parque cuenta con 23 impactos totales, 15 de los cuales corresponden a impactos positivos significativos, lo que la convierte en la acción más benéfica realizada dentro del Parque.

En el área de estudio las zonas donde se realizan las campañas de reforestación se encuentran en los alrededores de los bosques naturales de encino (la Zona Núcleo), por lo que, de acuerdo a la zonificación del Área Natural Protegida, corresponden a la Zona de Restauración.

Las reforestaciones son realizadas anualmente por la Coordinación General de Conservación Ecológica entre los meses de junio y agosto, y las principales especies empleadas son *Cassuarina sp.*, *Acacia farnesiana* (huizache), *Pinus greggii*, *P. montezumae* (ocote), *P. cembroides* (pino piñonero), *Prosopis juliflora* (mezquite), *Cupressus lindleyi* (cedro blanco) y algunas especies del género *Quercus*, principalmente *Quercus mexicana* (encino).

La supervivencia de los árboles plantados varía año con año, en un rango que va del 5 al 60%, dicha variación se debe, entre otros factores, al régimen de lluvias anual, a los incendios forestales, las características

del lugar y a las especies seleccionadas para la plantación (Entrevista aplicada a las Autoridades Ambientales, Anexo 1).

La reforestación evita el deterioro de la vegetación natural en la Zona Núcleo, detiene y revierte los procesos erosivos y de compactación del suelo, propicia la recarga de los mantos freáticos, mejora la calidad atmosférica mediante la absorción de contaminantes y la regulación del microclima, proporciona un hábitat para la fauna y otros organismos tales como hongos, líquenes y herbáceas por lo que contribuye a mantener la belleza paisajística de la zona. Sin mencionar que constituye una fuente de empleo para algunos pobladores.



Figuras 14 y 15: árboles de los géneros *Quercus* y *Pinus* empleados en las reforestaciones

- ❖ **Vigilancia.-** Se encuentra dentro de las Actividades de Manejo del Parque, cuenta con 19 interacciones totales, 11 de las cuales representan impactos positivos significativos.

Un problema frecuente en la zona es la extracción de suelo y hojarasca del bosque en camiones para su venta en mercados cercanos y de leña por parte de los pobladores locales para su uso como combustible, por lo que la vigilancia constante es fundamental para controlar la extracción de estos recursos.

Además la vigilancia es indispensable para impedir la extracción de especies animales y vegetales por parte de los visitantes, evitando así perturbaciones en la abundancia y la distribución de las poblaciones, y de la riqueza específica de la zona. Por otro lado garantiza el mantenimiento de los componentes paisajísticos en buen estado. Como todas las Actividades de Manejo, la vigilancia del Parque representa una importante fuente de empleo para la población local.

- ❖ **Control de Incendios.-** Como ya se ha visto, los incendios forestales representan la acción generadora de impacto más perjudicial para el área, por lo que el control de éstos resulta prioritario para garantizar la viabilidad del parque. Pertenece a las Actividades de Manejo, cuenta con un total de 21 impactos, 14 de los cuales son impactos positivos significativos. Esto debido a que con el control de incendios se previene el deterioro de prácticamente todos los componentes ambientales; evita la erosión del suelo y la contaminación del aire, el desplazamiento y la eliminación de la fauna autóctona, la destrucción de la cubierta vegetal,

daños a la economía, la salud y la vida de los pobladores así como la degradación del paisaje. Del mismo modo constituye una fuente de empleo para población local. Las principales actividades de prevención consisten en la creación de brechas y líneas cortafuego.

- ❖ **Educación ambiental.-** Es otra de las Actividades de Manejo realizadas en el área, cuenta con 8 impactos totales, 6 de los cuales son impactos positivos significativos. La Coordinación General de Conservación Ecológica realiza diversas actividades educativas enfocadas a la población local, entre las que sobresalen: el desarrollo de cursos-talleres para niños, la realización de conferencias, la realización de visitas guiadas e involucrando a las escuelas de la localidad en el proceso de reforestación.
- ❖ **Extracción ilegal de flora.-** Está comprendida en la categoría de Actividades Económicas, cuenta con un total de nueve impactos, cuatro de los cuales son significativos, dos positivos y dos negativos.

Dentro de los impactos negativos significativos se encuentran los efectos que tiene dicha extracción sobre la riqueza de especies vegetales, particularmente sobre las especies bajo protección, como es el caso de las cactáceas, ya que, según lo dicho por las autoridades ambientales durante la entrevista (Anexo 1), es frecuente que se extraigan estas especies de su hábitat para su venta como plantas de ornato. Por otro lado, el 50% de los pobladores entrevistados admiten utilizar diversas plantas por sus propiedades medicinales, lo cual ejerce una presión selectiva sobre ciertas especies. Lo anterior por otra parte tiene un considerable efecto positivo en la salud y la economía de la población local, ya que debido a la falta de cualquier tipo de servicio médico y a su condición económica precaria las plantas de la localidad constituyen una fuente importante de medicinas tradicionales.

- ❖ **Extracción ilegal de fauna.-** Igualmente está comprendida dentro de la categoría Actividades Económicas, incluye seis impactos totales, tres de los cuales son negativos significativos.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados a los pobladores y guardaparques, los animales son sustraídos de su hábitat por dos razones: para consumo local como fuente de alimento y pieles (58.33% y 8.33% respectivamente) y para su venta en mercados cercanos por parte de individuos foráneos. Entre los animales más frecuentemente extraídos se encuentran la liebre y el conejo, la rata de campo, reptiles (serpientes y lagartijas) y algunas aves como la tortola.

Dicha extracción repercute negativamente en la riqueza faunística y en la abundancia de las poblaciones locales, siendo particularmente vulnerables aquellas especies endémicas o comprendidas dentro de alguna categoría de riesgo (5 spp. de aves, 14 spp. de reptiles y 4sp. de anfibios se hallan en alguna categoría de riesgo).

- ❖ **Extracción ilegal de suelo.**- Se encuentra dentro de las Actividades Económicas, cuenta con un total de 16 impactos, 10 de los cuales son negativos significativos.

La extracción es llevada a cabo principalmente por individuos ajenos a la localidad con la finalidad de vender la tierra en mercados cercanos. Dicha extracción dista de ser artesanal, pues están equipados con camiones por lo que pueden sustraer varios costales de suelo y hojarasca en un solo recorrido. Aunado a esto, los pobladores locales también utilizan el suelo del bosque y el matorral para llenar sus propias macetas. El elemento ambiental más directamente afectado por esta actividad es obviamente el suelo, ya que está siendo eliminando sistemáticamente a una velocidad mucho mayor a su capacidad de regeneración natural, con ello, la vegetación pierde su sustrato y la fauna su hábitat. Con la disminución de la cobertura vegetal se verá afectada la recarga de los mantos freáticos.

- ❖ **Extracción ilegal de leña.**- Pertenece a las Actividades Económicas realizadas en el área, cuenta con ocho impactos totales, dos significativos negativos y uno significativo positivo.

Debido a sus características, la madera del encino es más adecuada para su aprovechamiento local que para usos industriales. Localmente se emplea para construcciones, fabricar muebles, postes y tiene muchos otros usos, pero más que nada como combustible, bien sea directamente, o transformada en carbón vegetal, cuyo uso tiene un profundo arraigo en México. Así, grandes extensiones de encinares mexicanos se han consumido debido a la explotación desmedida para la obtención del carbón vegetal (Rzedowski, 1978).

El área de estudio de este trabajo no es la excepción, ya que la leña es la fuente principal de combustible para gran mayoría de los pobladores (83.33% de los encuestados admite utilizar leña como combustible) y en muchos casos es la única. Sin embargo, la extracción de este recurso supone la perturbación de la vegetación natural por ramoneo y la consecuente perturbación del hábitat para la fauna, especialmente para las aves.

- ❖ **Agricultura.**- Es una de las principales Actividades Económicas, cuenta con 22 impactos totales, de los cuales 11 son significativos negativos y dos significativos positivos.

Un 66.66% de los pobladores encuestados declaró practicar la agricultura, de éstos solamente un 12.5% dice utilizar fertilizantes artificiales. Los principales cultivos producidos en la zona son el maíz (*Zea mays*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris*). En todos los casos se trató de monocultivos. La agricultura realizada en la localidad es en su gran mayoría de temporal, los cultivos cercanos a las viviendas son de carácter rústico y están localizados fuera de los límites del área natural protegida, sin embargo, existen cultivos más grandes y tecnificados al

interior del parque, fundamentalmente de maguey pulquero (*Agave atrovirens* y *A. salmiana*) y pequeños cultivos de nopal tunero (*Platyopuntia spp.*).

Los suelos cultivados por varios años presentan signos evidentes de erosión, en muchas ocasiones severa, por lo que es necesario cultivar en otra parte, esto supone la eliminación de la vegetación natural, y con ello, de la fauna que en ella habita. Los encinares, desde tiempos inmemoriales, han sido de los tipos de vegetación más afectados por el impacto de la agricultura, ya que ocupan muchas áreas particularmente favorables para su desarrollo (Rzedowski, 1978). De esta manera se han eliminado grandes porciones de bosque y matorral, que han sido sustituidos por pastizal, por lo que estos tipos de vegetación sólo se encuentran en las zonas más alejadas de los centros de población. En consecuencia la expansión de la agricultura propicia la homogenización y el empobrecimiento del paisaje en detrimento de la belleza escénica del área.

Por otra parte, si bien es cierto que la práctica agrícola constituye una de las principales fuentes de sustento para los pobladores del área, las condiciones ambientales no son las propicias para el cultivo del maíz y el frijol, ya que en climas semiáridos éstos sólo prosperan en grandes superficies con agua de riego, de lo contrario la producción es deficiente (Rzedowski, 1978). Esta es la razón del carácter limitado de los cultivos de maíz y frijol en el área.

- ❖ **Pastoreo.**- Es la principal Actividad Económica del la localidad, por lo que cuenta con 22 impactos totales, 13 de los cuales son negativos significativos y dos son positivos significativos. Después de los incendios forestales es la actividad realizada en el área más perjudicial para el ambiente.

Los tipos de ganado que pueden distinguirse en el área son en orden de importancia bovino, caprino, ovino y equino. La ganadería practicada es de tipo extensivo.



Figuras 16, 17, 18 y 19: presencia de distintos tipos de ganados presentes en el área

El pastoreo es la causa principal de deterioro del suelo, ya que el ganado lo compacta y erosiona mediante el pisoteo y la eliminación de la cubierta vegetal.



Figuras 20 y 21: deterioro del suelo causado por el pisoteo de los animales

Los distintos tipos de vegetación se ven afectados de diversas formas por el desarrollo pecuario: el encinar es sometido a la acción periódica del fuego para ser aprovechado con fines ganaderos, ya que de esta manera se favorece la producción de brotes tiernos de plantas herbáceas y arbustivas. Estos incendios se producen en el periodo más seco y caluroso del año, época en que más fácilmente se propagan los incendios y más necesario es el forraje. Bajo este mecanismo se convierten en zacatales secundarios, que a menudo resultan más útiles para los ganaderos que el bosque clímax mismo, por lo que el hombre procura no permitir las condiciones óptimas para su restablecimiento. La utilización más frecuente de los matorrales xerófilos es la que se practica a través de la ganadería, siendo las cabras los animales más comunes en estos ambientes. En cuanto al pastizal, el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo impiden muchas veces el buen desarrollo y la producción de las especies más nutritivas para el ganado, propiciando el crecimiento de plantas que los animales no comen o que a menudo son venenosas (Rzedowski, 1978).

Lo que sobreviene, en muchos casos, es que los terrenos de esta manera degradados y constantemente sometidos al pastoreo intensivo pierden la capacidad de absorber y almacenar eficientemente el agua de lluvia, el escurrimiento predomina sobre la infiltración y comienza una rápida erosión del suelo e incluso de la misma roca madre (*Op cit*).



Figuras 22: destrucción del bosque para la creación de un potrero

Para la fauna nativa, el ganado constituye una fuente importante de competencia en el caso de los herbívoros; para las aves la presencia de ganado significa la eliminación sistemática de su hábitat dadas las acciones realizadas por los ganaderos para adecuar éste a los requerimientos del ganado. Todo lo cual incide negativamente en el paisaje.

Sin embargo, la actividad pecuaria constituye la principal fuente de ingresos para la población local. Lo anterior pese a que el uso pecuario de los pastizales de clima semiárido afronta el gran problema de las largas temporadas de sequía, en las cuales coinciden la escasez del agua y la falta de alimento para los animales; siendo el ganado vacuno el menos resistente a estas condiciones (Rzedowski, 1978).

### **Matriz Mc Harg**

El método de Mc Harg (1969) se considera un método para la evolución de inventarios. Considera las resistencias para cada uno de los elementos e incluye:

- Grado de resistencia: se obtiene agrupando la resistencia ecológica o impacto de orden ambiental y el nivel del impacto previsible (impacto encontrado para ser modificado) y el valor concedido al elemento. Tiene las siguientes categorías: obstrucción, resistencia muy grande, resistencia media, resistencia débil y la resistencia muy débil.
- Perturbación del elemento: se refiere a la intensidad de la perturbación y puede ser: alta, media o baja.

- Amplitud del elemento: asigna un valor de amplitud espacial en el área de influencia de los impactos. La amplitud puede ser regional, local o puntual.
- El carácter del impacto evalúa si éste es reversible o irreversible.
- Importancia del impacto: se obtiene agrupando los criterios de evaluación respecto a los factores involucrados, incluye las siguientes categorías: importancia mayor cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o cuando el elemento presenta una resistencia grande; importancia mediana cuando se presenta una modificación parcial de la naturaleza o cuando el elemento presenta una resistencia media; la importancia menor corresponde a una modificación menor de la naturaleza, o el elemento presenta una resistencia débil y finalmente la importancia mínima cuando se presenta una alteración mínima en la naturaleza o le elemento presenta una resistencia muy débil.

Para la elaboración de la matriz de Mc Harg se tomaron los impactos que resultaron con impactos significativos de la matriz de Leopold; estos impactos son: incendios, asentamientos humanos, pastoreo, agricultura, extracción de suelo, reforestación, control de incendios y vigilancia.

Simbología »Se refiere a los impactos positivos ■ Grado de resistencia ≡ Importancia del impacto ♣ Perturbación del elemento ▲ Amplitud del impacto # Carácter del impacto			Grado de Resistencia						Perturbación del Elemento			Amplitud del Impacto			Carácter del Impacto		Importancia del Impacto								
			Obstrucción	Muy Grande	Grande	Media	Débil	Muy Débil	Alta	Media	Baja	Regional	Local	Puntual	Reversible	Irreversible	Mayor	Medio	Menor	Nulo					
ACTIVIDADES DE USO DEL	Incendios	Calidad del aire		Microclima				■					♣		▲		#					≡			
				Partículas				■						♣		▲		#					≡		
		Fauna	Especies	Distribución				■							♣		▲		#				≡		
				Abundancia				■								♣		▲		#				≡	
			Hábitat	Bajo Protección				■							♣		▲		#				≡		
				Modificación				■								♣		▲		#				≡	
				Eliminación	■									♣		▲		#				≡			
		Flora		Riqueza				■							♣		▲		#				≡		

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Asentamientos Humanos	Vegetación natural	Macromicetos y Líquenes		☐				♣		▲		≠	⌊					
			Esp. Bajo protección	☐					♣			▲		≠	⌊				
			Salud		☐					♣		▲		≠		⌊			
		Paisaje	Bosque/Matorral	☐						♣		▲		≠		⌊			
			Cerros		☐					♣		▲		≠		⌊			
		Calidad de vida	Zonas de recreo			☐				♣		▲		≠		⌊			
		Fauna	Especies	Distribución		☐					♣		▲		≠	⌊			
				Abundancia	☐						♣		▲		≠	⌊			
				Riqueza	☐						♣		▲		≠	⌊			
				Migratorias		☐					♣		▲		≠	⌊			
				Bajo protección		☐					♣		▲		≠	⌊			
			Hábitat	Modificación		☐					♣		▲		≠	⌊			
				Eliminación	☐						♣		▲		≠	⌊			
			Flora	Riqueza		☐					♣		▲		≠		⌊		
				Vegetación natural	☐						♣		▲		≠	⌊			
Macromicetos y líquenes					☐				♣		▲		≠		⌊				
Especies bajo protección				☐				♣		▲		≠		⌊					
Paisaje	Bosque/Matorral		☐					♣		▲		≠		⌊					
	Cerros			☐				♣		▲		≠		⌊					
Pastoreo	Suelo	Permeabilidad		☐					♣		▲		≠		⌊				
		Compactación		☐					♣		▲		≠		⌊				
		Erosión	☐						♣		▲		≠		⌊				
	Fauna	Especies	Distribución			☐				♣		▲		≠		⌊			
			Abundancia			☐				♣		▲		≠		⌊			
			Bajo protección			☐				♣		▲		≠		⌊			
		Hábitat	Modificación		☐					♣		▲		≠		⌊			
			Eliminación	☐						♣		▲		≠		⌊			
	Flora	Riqueza		☐					♣		▲		≠		⌊				
		Vegetación natural	☐						♣		▲		≠		⌊				
		Macromicetos y líquenes			☐				♣		▲		≠		⌊				
	Empleo	Permanente		»☐					»♣		»▲		»≠		»⌊				
	Paisaje	Bosque/Matorral		☐					♣		▲		≠		⌊				
		Cerros			☐				♣		▲		≠		⌊				
	Agricultura	Suelo	Erosión e intemperismo		☐					♣		▲		≠		⌊			
Riqueza					☐				♣		▲		≠		⌊				
Fauna		Especies	Migratorias			☐				♣		▲		≠		⌊			
			Bajo protección			☐				♣		▲		≠		⌊			
		Hábitat	Modificación		☐					♣		▲		≠		⌊			
			Eliminación	☐						♣		▲		≠		⌊			
Flora		Riqueza		☐					♣		▲		≠		⌊				
		Vegetación natural	☐						♣		▲		≠		⌊				
		Macromicetos y líquenes			☐				♣		▲		≠		⌊				
		Bajo protección		☐					♣		▲		≠		⌊				
Empleo		Temporal		»☐					»♣		»▲		»≠		»⌊				
Paisaje		Bosque/Matorral		☐					♣		▲		≠		⌊				

Extracción de suelo	Suelo	Erosión	☐					♣			▲	≠	⌋				
	Agua	Recarga de mantos freáticos		☐				♣		▲	≠			⌋			
	Fauna	Especies	Distribución		☐				♣		▲	≠			⌋		
			Abundancia		☐				♣		▲	≠			⌋		
		Bajo protección		☐				♣		▲	≠			⌋			
	Hábitat	Modificación		☐				♣		▲	≠			⌋			
		Eliminación		☐				♣		▲	≠			⌋			
	Flora	Riqueza		☐				♣		▲	≠			⌋			
		Vegetación natural		☐				♣		▲	≠			⌋			
		Bajo protección		☐				♣		▲	≠			⌋			
	ACTIVIDADES DE MANEJO	Reforestación	Suelo	Permeabilidad		»☐				»♣		»	»▲		»⌋		
				Compactación		»☐				»♣		»	»▲		»⌋		
				Erosión		»☐				»♣		»	»▲		»⌋		
Agua			Recarga de mantos freáticos			»☐			»♣		»	»▲			»⌋		
Atmósfera			Microclima				»☐			»♣		»	»▲			»⌋	
			Partículas				»☐			»♣		»	»▲			»⌋	
Fauna			Especies	Distribución				»☐			»♣		»	»▲			»⌋
				Riqueza				»☐			»♣		»	»▲			»⌋
			Migratorias				»☐			»♣		»	»▲			»⌋	
		Bajo protección				»☐			»♣		»	»▲			»⌋		
Hábitat		Modificación			»☐			»♣		»	»▲			»⌋			
Flora		Vegetación natural			»☐			»♣		»	»▲			»⌋			
Educación							»☐			»♣		»	»▲			»⌋	
		Paisaje	Bosque/Matorral			»☐				»♣		»	»▲			»⌋	
			Cerros					»☐			»♣		»	»▲			»⌋
Control de incendios		Suelo	Erosión			»☐				»♣		»	»▲			»⌋	
		Atmósfera	Microclima			»☐				»♣		»	»▲			»⌋	
			Partículas			»☐				»♣		»	»▲			»⌋	
	Fauna	Especies	Distribución			»☐				»♣		»	»▲			»⌋	
			Abundancia			»☐				»♣		»	»▲			»⌋	
		Bajo protección			»☐				»♣		»	»▲			»⌋		
		Hábitat	Modificación			»☐			»♣		»	»▲			»⌋		
	Eliminación			»☐				»♣		»	»▲			»⌋			
	Flora	Vegetación natural			»☐				»♣		»	»▲			»⌋		
		Macromicetos y líquenes					»☐			»♣		»	»▲			»⌋	
		Bajo protección			»☐				»♣		»	»▲			»⌋		
	Empleo	Permanente			»☐				»♣		»	»▲			»⌋		
Paisaje	Bosque/Matorral			»☐				»♣		»	»▲			»⌋			
	Cerros			»☐				»♣		»	»▲			»⌋			

Vigilancia	Suelo	Erosión	»■						»▲				»	»≠		»⌋		
	Fauna	Especies	Abundancia			»■				»▲			»	»≠		»⌋		
			Riqueza			»■				»▲			»	»≠		»⌋		
		Bajo protección	»■						»▲			»	»≠		»⌋			
	Hábitat	Modificación				»■			»▲				»	»≠		»⌋		
		Eliminación		»■					»▲		»			»≠		»⌋		
	Flora	Vegetación natural		»■					»▲				»	»≠		»⌋		
		Especies bajo protección	»■						»▲				»	»≠		»⌋		
	Empleo	Permanente		»■					»▲			»	»≠		»⌋			
	Paisaje	Bosques/Matorral				»■			»▲				»	»≠		»⌋		
	Calidad de vida	Zonas de recreo				»■			»▲				»	»≠			»⌋	

### Análisis de la Matriz de Mc Harg

#### Incendios

Los incendios son la segunda actividad que presenta un mayor número de perturbaciones altas a los elementos que impacta (sólo superada por el pastoreo), ya que dada su frecuencia e intensidad vulneran a prácticamente a todos los elementos del ambiente, particularmente a aquellos que presentan un grado de resistencia en calidad de obstrucción, como el hábitat para la flora y la fauna, las especies bajo protección, la vegetación y el paisaje (esto debido a que se trata de un Área Natural Protegida) y ya que los efectos provocados por los incendios son de carácter acumulativo, si no se toman medidas al respecto terminan por ser irreversibles. Los principales daños se dan a nivel regional y local, ya que el fuego se propaga con gran facilidad dado el tipo de clima y vegetación, así como las dificultades técnicas para controlarlo.

#### Asentamientos humanos

Ya que los asentamientos humanos suponen cambios radicales en el medio donde se instalan, la mayor parte de los impactos que generan son medianos y altos (para el caso de la riqueza de flora y fauna, su hábitat, la vegetación natural y el paisaje) y de carácter irreversible; de hecho esta es la actividad que produce un mayor número de impactos considerados como irreversibles ya que modifica por completo el cambio de uso de suelo. La mayoría de los impactos tienen una amplitud local ya que la densidad poblacional es baja, excepto para la modificación del hábitat y la vegetación natural, donde su efecto ya se aprecia a nivel regional.

#### Pastoreo

El pastoreo genera el mayor número de perturbaciones al elemento consideradas altas, particularmente sobre el suelo, el hábitat de la fauna, la riqueza florística, la vegetación natural, la economía local (impacto positivo) y el paisaje, por lo que el grado de resistencia de estos mismos elementos será alto o de obstrucción. Además, debido al que el tipo de ganadería practicada es extensiva, los impactos tienen una amplitud a nivel local para la abundancia de fauna y la eliminación de su hábitat, así como para la riqueza florística, y una amplitud regional para el suelo (erosión y compactación), la modificación del hábitat de la fauna, la vegetación natural, la economía (ya que un gran número de pobladores se dedica a la ganadería) y el impacto ocasionado al paisaje. En algunos lugares la destrucción de la vegetación natural (bosque y matorral) por esta actividad, con la consecuente eliminación del hábitat para la fauna y la belleza paisajística son ya de carácter irreversible, debido a la severidad con que se ha dañado el suelo (las llamadas áreas sin actividad del Parque Estatal).

### Agricultura

Para el caso de la agricultura los impactos en los que se encontró una perturbación al elemento alta ocurren sobre la vegetación natural, y por ende, en la modificación del hábitat para la fauna y el deterioro del paisaje, además del apoyo que supone para la economía local (impacto positivo). Debido a que el tipo de agricultura practicada ahí es de carácter más bien rústico y destinada prácticamente al autoconsumo, la amplitud de los impactos resulta local, cuando no puntual, y su importancia es casi siempre media excepto para el caso del suelo, la vegetación natural, la riqueza florística y el hábitat de las especies bajo protección donde la importancia resulta mayor.

### Extracción de suelo

La extracción del suelo tiene valores de perturbación del elemento en su mayoría medios, sin embargo para el caso de la erosión del suelo, la eliminación del hábitat y la vegetación natural la perturbación es alta. Por otro lado, si bien es cierto que la extracción de este recurso se da en lugares muy específicos, por lo que la amplitud de los impactos es puntual, los lugares donde esto ocurre están en el área de transición entre la Zona de Amortiguamiento y la Zona Núcleo, es decir donde comienza el bosque maduro y donde el suelo es más denso y rico en nutrientes, por lo que la importancia de dichos impactos resulta mayor para la mayoría de los elementos, este es el caso del suelo, la vegetación, la riqueza florística, la destrucción del hábitat de la fauna y la flora, especialmente para las especies bajo protección. Debido a que los procesos de formación del suelo son muy lentos en comparación con el ritmo de extracción, esta actividad puede tener consecuencias irreversibles para el elemento, por lo que el suelo tiene un grado de resistencia de obstrucción.

### Reforestación

La reforestación cuenta con valores positivos de perturbación del elemento, es decir, al ser una importante medida de mitigación y restauración

de áreas que han perdido su cubierta forestal a causa a otras actividades, revierte el grado de perturbación existente en los elementos impactados. Sin embargo, debido a las limitaciones técnicas y a la falta de personal a las que se enfrenta la administración del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, aunado a que la selección de las especies arbóreas no es siempre la adecuada, los beneficios obtenidos de la reforestación no son los deseados, por lo que cuenta con valores de perturbación bajos. De igual manera, las reforestaciones realizadas abarcan una porción pequeña del área, restringida a los alrededores de la Zona Núcleo por lo que los valores de amplitud del impacto son locales o puntuales, sin embargo esta localización resulta sumamente acertada, por un lado garantiza la protección de la Zona Núcleo y su posterior crecimiento, y por el otro está relativamente lejos de los centros de población, por lo que se minimizan los daños ocasionados por las actividades humanas. Por lo anterior la importancia del impacto resulta mediana para la vegetación natural, el hábitat de la flora y la fauna, especialmente para las especies en riesgo, el paisaje, y la compactación y permeabilidad del suelo, y mayor para evitar la erosión del suelo. Al igual que todas las actividades de manejo, la reforestación es un impacto reversible, ya que sus beneficios ambientales sólo serán significativos si se realizan con planeación a largo plazo y tienen seguimiento. Por ahora estos beneficios son importantes, pero resultan insuficientes, por lo que es fundamental la continuación de esta actividad con los cambios pertinentes de operación y con las mejoras técnicas necesarias para maximizar sus beneficios en el área.

#### Control de incendios

La respuesta ante los incendios forestales dentro del parque por parte de la administración es generalmente veloz y oportuna, los valores (positivos) de perturbación del elemento son en su mayoría altos, siendo la única limitante la insuficiencia de personal para controlar los incendios. Los valores de amplitud del elemento son locales, excepto para la emisión de partículas a la atmósfera, la modificación del hábitat, la vegetación natural y el paisaje, para los cuales la amplitud del impacto es regional. Los impactos de esta actividad son reversibles, ya que los incendios forestales ocurren año con año, por lo que se trata de una actividad que debe realizarse permanentemente si se quiere garantizar la viabilidad del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán. Por lo anterior la importancia del impacto para esta actividad resulta mayor en para casi todos los valores.

#### Vigilancia

La vigilancia presenta valores altos (positivos) de perturbación del elemento para el suelo, la riqueza de la flora y la fauna, en especial de las especies bajo protección, y la modificación del hábitat. La amplitud de los impactos es local, esto debido a la falta de personal suficiente para vigilar eficientemente toda el área, por lo que la importancia del impacto registra valores medios en su mayoría. Esta actividad también es reversible, pues la vigilancia debe ser continua para garantizar el buen estado del Parque Estatal.

## Redes de Sorensen

La aproximación de redes amplía el alcance de las matrices al introducir la relación de causa-condición-efecto, que permite sumar efectos acumulativos o indirectos. Se conocen también como árbol de relevancias o de impactos, y se emplea para relacionar y registrar efectos secundarios, terciarios o de orden superior. En la construcción de una red de impactos es preciso responder una serie de preguntas relacionadas con cada una de las actividades generadoras de impacto, éstas incluyen la definición de cuáles son los impactos primarios, secundarios y terciarios sobre el área (Vidal y Franco, 2009).

Las redes son valiosas porque abordan al ambiente como un sistema complejo. Una acción causa una o más condiciones de cambio ambiental, que a su vez produce una o más condiciones de cambios subsecuentes, y que, finalmente, resultarán en uno o más efectos terminales (*Op cti*). Además proporcionan resúmenes útiles y concisos de los impactos globales (Espinoza, 2001).

Cuando la red es muy densa, se genera confusión y dificultad para interpretar la información (Espinoza, 2001), es por ellos que para la elaboración de las redes de Sorensen se tomaron las actividades generadoras de impacto más significativas de acuerdo con los resultados de las matrices de Leopold y Mc Harg.

IMPACTOS NEGATIVOS					
IMPACTO	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO	CLAVES	
Incendios	Suelo	Estructura	Erosión	A.1.1.1	
			Compactación	A.1.1.2	
			Pérdida de humedad	A.1.1.3	
		Productividad	Pérdida de la materia orgánica del suelo	A.1.2.1	
			Pérdida de minerales	A.1.2.2	
			Destrucción de la capa microbiana del suelo	A.1.2.3	
			Alteración de la dinámica biogeoquímica	A.1.2.4	
		Organismos	Flora	Modificación y eliminación del hábitat	A.2.1.1
				Destrucción de la estructura de la vegetación	A.2.1.2
	Disminución de la cobertura vegetal			A.2.1.3	
	Pérdida de germoplasma (semillas, brotes y yemas)			A.2.1.4	
	Vulneración de especies bajo protección			A.2.1.5	

			(cactáceas)	
			Disminución en la recarga de mantos freáticos	A.2.1.6
			Disminución en la capacidad de captación de carbono	A.2.1.7
		Fauna	Destrucción y modificación del hábitat	A.2.2.1
			Cambios en los patrones de distribución	A.2.2.2
			Eliminación de especies de baja movilidad	A.2.2.3
	Atmósfera	Calidad del aire	Emisión de partículas y gases	A.3.1.1
			Tolvaneras	A.3.1.2
			Alteración del microclima	A.3.1.3
			Pérdida de humedad relativa	A.3.1.4
	Paisaje	Bosque y matorral	Deterioro de la belleza escénica	A.4.1.1
Pastoreo	Suelo	Estructura	Compactación	B.1.1.1
			Erosión	B.1.1.2
	Organismos	Flora	Modificación y eliminación del hábitat	B.2.1.1
			Eliminación del bosque y el matorral	B.2.1.2
			Eliminación de la cobertura vegetal	B.2.1.3
			Presión selectiva sobre las especies comestibles	B.2.1.4
			Eliminación de rebrotes y yemas tiernos (germoplasma)	B.2.1.5
			Disminución en la recarga de mantos freáticos	B.2.1.6
			Disminución en la capacidad de captación de carbono	B.2.1.7
			Fauna	Modificación y destrucción del hábitat
	Desplazamiento de especies herbívoras	B.2.2.2		
	Cambios en la abundancia de las poblaciones	B.2.2.3		
	Empleo	Permanente	Autoconsumo y comercio	B.3.1.1
Asentami	Organismos	Flora	Eliminación y modificación	C.1.1.1

entos humanos			del hábitat	
			Eliminación de la cubierta vegetal	C.1.1.2
			Disminución en la recarga de los mantos freáticos	C.1.1.3
			Disminución en la captación de carbono	C.1.1.4
			Consumo local de alimentos y medicinas de origen vegetal	C.1.1.5
	Fauna		Modificaciones en la distribución y abundancia de las especies silvestres	C.1.2.1
			Se favorecen condiciones óptimas para la aparición de especies invasoras	C.1.2.2
			Modificación y eliminación del hábitat	C.1.2.3
			Eliminación de especies silvestres consideradas dañinas (serpientes y coyote)	C.1.2.4
	Paisaje	Bosque y matorral	Deterioro de la belleza escénica del área	C.2.1.1

**IMPACTOS POSITIVOS**

IMPACTO	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO	CLAVES
Reforestación	Suelo	Estructura	Evita y revierte la erosión	D1.1.1
			Revierte la compactación	D1.1.2
		Productividad	Incremento de la cantidad y calidad de la materia orgánica	D.1.2.1
			Aumento en la disponibilidad de minerales	D.1.2.2
			Aumento de la humedad del suelo	D.1.2.3
			Favorece el desarrollo de la capa microbiana del suelo	D.1.2.4
	Organismos	Flora	Protección de la zona núcleo	D.2.1.1
			Incremento de la cubierta vegetal	D.2.1.2

			Restauración del hábitat	D.2.1.3
			Mantenimiento de la riqueza florística	D.2.1.4
			Aumento de la recarga de mantos freáticos	D.2.1.5
			Aumento en la captación de carbono	D.2.1.6
		Fauna	Restauración del hábitat	D.2.2.1
			Restitución de la distribución y la abundancia de las poblaciones	D.2.2.2
	Paisaje	Bosque y Matorral	Restablecimiento de la belleza escénica	D.3.1.1
	Empleo	Permanente	Empleo de guardaparques	D.4.1.1
	Control de Incendios	Suelo	Estructura	Previene la erosión
Previene la compactación				E1.1.2
Productividad			Conserva la dinámica biogeoquímica del suelo	E1.2.1
Atmósfera		Calidad del aire	Control del microclima	E.2.1.1
			Disminuye la emisión de partículas y gases	E.2.1.2
Organismos		Flora	Conservación del hábitat	E.3.1.1
			Conservación de la estructura de la vegetación	E.3.1.2
			Mantenimiento de la cobertura vegetal	E.3.1.3
			Conservación del germoplasma	E.3.1.4
			Conservación de la riqueza florística	E.3.1.5
			Mantenimiento de la recarga de	E.3.1.6

		Fauna	mantos freáticos	
			Mantenimiento de la captación de carbono	E.3.1.7
			Conservación del hábitat	E.3.2.1
			Mantenimiento de la distribución y la abundancia	E.3.2.2
			Protección de las especies de baja movilidad	E.3.2.3
	Empleo	Permanente	Empleo de guardaparques	E.4.1.1
	Paisaje	Bosque y matorral	Mantenimiento de la belleza escénica	E.5.1.1
Vigilancia	Suelo	Evita la extracción de tierra	Asegura la viabilidad del recurso	F1.1.1
	Organismos	Flora	Evita la destrucción de la vegetación	F.2.1.1
			Evita la extracción de cactáceas	F.2.1.2
		Fauna	Evita la cacería	F.2.2.1
			Evita la extracción de reptiles	F.2.2.2
		Empleo	Permanente	Empleo de guardaparques

IMPACTOS		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
INCENDIOS	Incendios	0.8	-8	10
	Suelo	0.6	-7	9
	Estructura	0.6	-7	9
	Erosión	0.5	-6	9
	Compactación	0.4	-5	8
	Pérdida de humedad	0.3	-8	7
	Productividad	0.6	-8	9

	Pérdida de la materia orgánica del suelo	0.5	-8	9
	Pérdida de minerales	0.5	-6	8
	Destrucción de la capa microbiana del suelo	0.6	-8	9
	Alteración de la dinámica biogeoquímica	0.5	-8	8
	Organismos	0.7	-9	10
	Flora	0.7	-8	-9
	Modificación y eliminación del hábitat	0.5	-6	9
	Destrucción de la estructura de la vegetación	0.6	-7	10
	Disminución de la cobertura vegetal	0.6	-4	9
	Pérdida de germoplasma (semillas, brotes y yemas)	0.4	-4	7
	Vulneración de especies bajo protección (cactáceas)	0.6	-3	8
	Disminución en la recarga de mantos freáticos	0.2	-4	8
	Disminución en la capacidad de captación de carbono	0.6	-7	9
	Fauna	0.6	-7	9
	Destrucción y modificación del hábitat	0.6	-5	8
	Cambios en los patrones de distribución	0.4	-6	6
	Eliminación de especies de baja movilidad	0.3	-4	6
	Atmósfera	0.5	-7	6
	Calidad del aire	0.4	-6	4
	Emisión de partículas y gases	0.4	-6	6
	Tolvaneras	0.2	-3	4
	Alteración del microclima	0.3	-3	5
	Pérdida de humedad relativa	0.1	-5	6
	Paisaje	0.5	-5	7
	Bosque y matorral	0.5	-4	5
	Pérdida de la belleza escénica	0.5	-5	7
PASTOREO	Pastoreo	0.9	-8	9
	Suelo	0.9	-9	10
	Estructura	0.8	-8	9
	Compactación	0.7	-8	9
	Erosión	0.7	-9	10
	Organismos	0.6	-7	8
	Flora	0.7	-8	9
	Modificación y eliminación del	0.5	-8	9

	hábitat			
	Eliminación del bosque y el matorral	0.6	-8	10
	Eliminación de la cobertura vegetal	0.3	-7	8
	Presión selectiva sobre las especies comestibles	0.5	-8	7
	Eliminación de rebrotes y yemas tiernos (germoplasma)	0.2	-9	7
	Disminución en la recarga de mantos freáticos	0.2	-6	8
	Disminución en la capacidad de captación de carbono	0.3	-7	8
	Fauna	0.4	-8	8
	Modificación y destrucción del hábitat	0.4	-7	7
	Desplazamiento de especies herbívoras	0.3	-8	7
	Cambios en la abundancia de las poblaciones	0.2	-7	6
	Empleo	0.7	9	10
	Permanente	0.7	8	9
	Autoconsumo y comercio	0.7	9	9
	ASENTAMIENTOS HUMANOS	Asentamientos humanos	0.7	-7
Organismos		0.6	-8	8
Flora		0.6	-8	9
Eliminación y modificación del hábitat		0.6	-7	8
Eliminación de la cubierta vegetal		0.5	-5	9
Disminución en la recarga de los mantos freáticos		0.5	-5	8
Disminución en la captación de carbono		0.6	-6	8
Consumo local de alimentos y medicinas de origen vegetal		0.4	-9	6
Fauna		0.4	-7	9
Modificaciones en la distribución y abundancia de las especies silvestres		0.4	-8	5
Se favorecen condiciones óptimas para la aparición de especies invasoras		0.3	-6	7
Modificación y eliminación del hábitat		0.4	-6	6
Eliminación de especies silvestres consideradas			-7	10
	0.4			

	dañinas (serpientes y coyote)			
	Paisaje	0.7	-6	8
	Bosque y matorral	0.7	-6	7
	Deterioro de la belleza escénica del área	0.7	-9	9
REFORESTACIÓN	Reforestación	0.8	6	10
	Suelo	0.8	5	9
	Estructura	0.6	4	9
	Evita y revierte la erosión	0.6	4	9
	Revierte la compactación	0.6	4	9
	Productividad	0.6	3	9
	Incremento de la cantidad y calidad de la materia orgánica	0.4	3	9
	Aumento en la disponibilidad de minerales	0.4	3	8
	Aumento de la humedad del suelo	0.3	3	8
	Favorece el desarrollo de la capa microbiana del suelo	0.4	4	9
	Organismos	0.6	6	10
	Flora	0.5	5	9
	Protección de la zona núcleo	0.6	5	10
	Incremento de la cubierta vegetal	0.5	4	10
	Restauración del hábitat	0.3	4	9
	Mantenimiento de la riqueza florística	0.1	3	9
	Aumento de la recarga de mantos freáticos	0.3	4	9
	Aumento en la captación de carbono	0.3	5	9
	Fauna	0.3	6	9
	Restauración del hábitat	0.3	5	9
	Restitución de la distribución y la abundancia de las poblaciones	0.1	1	8
	Paisaje	0.3	5	8
	Bosque y matorral	0.3	4	9
	Restablecimiento de la belleza escénica	0.3	4	8
	Empleo	0.5	5	10
	Permanente	0.4	6	9
Empleo de guardaparques	0.4	4	10	
CONT	Control de incendios	0.6	7	10
	Suelo	0.5	6	9

	Estructura	0.5	6	9
	Previene la erosión	0.4	6	10
	Previene la compactación	0.3	6	9
	Productividad	0.5	5	9
	Conserva la dinámica biogeoquímica del suelo	0.5	6	9
	Atmósfera	0.4	7	8
	Calidad del aire	0.4	7	7
	Control del microclima	0.3	6	8
	Disminuye la emisión de partículas y gases	0.3	7	8
	Organismos	0.6	7	9
	Flora	0.6	8	9
	Conservación del hábitat	0.4	7	9
	Conservación de la estructura de la vegetación	0.5	6	9
	Mantenimiento de la cobertura vegetal	0.5	8	10
	Conservación del germoplasma	0.2	7	9
	Conservación de la riqueza florística	0.3	7	9
	Mantenimiento de la recarga de mantos freáticos	0.2	6	9
	Mantenimiento de la captación de carbono	0.4	6	9
	Fauna	0.5	7	9
	Conservación del hábitat	0.5	5	10
	Mantenimiento de la distribución y la abundancia	0.3	7	9
	Protección de las especies de baja movilidad	0.2	6	8
	Empleo	0.6	5	10
	Permanente	0.6	8	9
	Empleo de guardaparques	0.4	8	10
	Paisaje	0.4	7	8
	Bosque y matorral	0.4	6	9
	Mantenimiento de la belleza escénica	0.4	8	9
VIGILANCIA	Vigilancia	0.8	6	10
	Suelo	0.6	7	9
	Estructura	0.6	7	9
	Evita la extracción ilegal	0.6	6	10
	Organismos	0.4	5	9
	Flora	0.4	4	9

Evita la destrucción de la vegetación	0.4	5	8
Evita la extracción de cactáceas	0.2	4	10
Fauna	0.3	4	9
Evita la cacería	0.4	6	9
Evita la extracción de reptiles	0.3	5	9
Empleo	0.6	7	10
Permanente	0.6	7	9
Empleo de guardaparques	0.4	8	10

### Cálculos de impacto ambiental esperado

INCENDIOS			
CLAVES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO TOTAL DE LA RAMA	IMPACTO PESADO
A.1.1.1	0.144	-260	-37.44
A.1.1.2	0.1152	-246	-28.3392
A.1.1.3	0.0864	-262	-22.6368
A.1.2.1	0.144	-287	-41.328
A.1.2.2	0.144	-263	-37.872
A.1.2.3	0.1728	-287	-49.5936
A.1.2.4	0.144	-279	-40.176
A.2.1.1	0.196	-152	-29.792
A.2.1.2	0.2352	-168	-39.5136
A.2.1.3	0.2352	-134	-31.5168
A.2.1.4	0.1568	-126	-19.7568
A.2.1.5	0.2352	-122	-28.6944
A.2.1.6	0.0784	-130	-10.192
A.2.1.7	0.2352	-161	-37.8672
A.2.2.1	0.2016	-273	-55.0368
A.2.2.2	0.1344	-269	-36.1536
A.2.2.3	0.1008	-257	-25.9056
A.3.1.1	0.064	-182	-11.648
A.3.1.2	0.032	-158	-5.056
A.3.1.3	0.048	-161	-7.728

A.3.1.4	0.016	-176	-2.816
A.4.1.1	0.1	-170	-17
IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO PARA INCENDIOS			-616.0624

<b>PASTOREO</b>			
CLAVES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO TOTAL DE LA RAMA	IMPACTO PESADO
B.1.1.1	0.4536	-306	-138.8016
B.1.1.2	0.4536	-324	-146.9664
B.2.1.1	0.189	-272	-51.408
B.2.1.2	0.2268	-280	-63.504
B.2.1.3	0.1134	-256	-29.0304
B.2.1.4	0.189	-256	-48.384
B.2.1.5	0.0756	-263	-19.8828
B.2.1.6	0.0756	-248	-18.7488
B.2.1.7	0.1134	-256	-29.0304
B.2.2.1	0.0864	-241	-20.8224
B.2.2.2	0.0648	-248	-16.0704
B.2.2.3	0.0432	-234	-10.1088
B.3.1.1	0.3087	171	52.7877
IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO PARA PASTOREO			-539.9703

<b>ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>			
CLAVES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO TOTAL DE LA RAMA	IMPACTO PESADO
C.1.1.1	0.1512	-248	-37.4976
C.1.1.2	0.126	-237	-29.862
C.1.1.3	0.126	-232	-29.232
C.1.1.4	0.1512	-240	-36.288
C.1.1.5	0.1008	-246	-24.7968
C.1.2.1	0.0672	-223	-14.9856
C.1.2.2	0.0504	-225	-11.34
C.1.2.3	0.0672	-219	-14.7168
C.1.2.4	0.0672	-253	-17.0016
C.2.1.1	0.2401	-227	-54.5027
IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS			-270.2231

<b>REFORESTACIÓN</b>			
<b>CLAVES</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	<b>IMPACTO TOTAL DE LA RAMA</b>	<b>IMPACTO PESADO</b>
D1.1.1	0.2304	177	40.7808
D1.1.2	0.2304	177	40.7808
D.1.2.1	0.1536	159	24.4224
D.1.2.2	0.1536	156	23.9616
D.1.2.3	0.1152	156	17.9712
D.1.2.4	0.1536	168	25.8048
D.2.1.1	0.144	215	30.96
D.2.1.2	0.12	205	24.6
D.2.1.3	0.072	201	14.472
D.2.1.4	0.024	192	4.608
D.2.1.5	0.072	201	14.472
D.2.1.6	0.072	210	15.12
D.2.2.1	0.0432	219	9.4608
D.2.2.2	0.0144	182	2.6208
D.3.1.1	0.0216	168	3.6288
D.4.1.1	0.064	204	13.056
<b>IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO PARA REFORESTACIÓN</b>			<b>306.72</b>

<b>CONTROL DE INCENDIOS</b>			
<b>CLAVES</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	<b>IMPACTO TOTAL DE LA RAMA</b>	<b>IMPACTO PESADO</b>
E1.1.1	0.06	238	14.28
E1.1.2	0.045	232	10.44
E1.2.1	0.075	223	16.725
E.2.1.1	0.0288	223	6.4224
E.2.1.2	0.0288	231	6.6528
E.3.1.1	0.0864	268	23.1552
E.3.1.2	0.108	259	27.972
E.3.1.3	0.108	285	30.78
E.3.1.4	0.0432	268	11.5776
E.3.1.5	0.0648	268	17.3664
E.3.1.6	0.0432	259	11.1888

E.3.1.7	0.0864	259	22.3776
E.3.2.1	0.09	246	22.14
E.3.2.2	0.054	259	13.986
E.3.2.3	0.036	244	8.784
E.4.1.1	0.0864	272	23.5008
E.5.1.1	0.0384	252	9.6768
IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO PARA CONTROL DE INCENDIOS			277.0254

VIGILANCIA			
CLAVES	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO TOTAL DE LA RAMA	IMPACTO PESADO
F1.1.1	0.1728	246	42.5088
F.2.1.1	0.0512	181	9.2672
F.2.1.2	0.0256	181	4.6336
F.2.2.1	0.0384	195	7.488
F.2.2.2	0.0288	186	5.3568
F.3.1.1	0.1152	273	31.4496
IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO PARA VIGILANCIA			100.704

IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO TOTAL	
IMPACTOS NEGATIVOS	
Impacto ambiental esperado para incendios	-616.0624
Impacto ambiental esperado para pastoreo	-539.9703
Impacto ambiental esperado para asentamientos humanos	-270.2231
Total	-1426.256
IMPACTOS POSITIVOS	
Impacto ambiental esperado para reforestación	306.72
Impacto ambiental esperado para control de incendios	277.0254
Impacto ambiental esperado para vigilancia	100.704
Total	684.4494
<b>IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO TOTAL</b>	<b>-741.8064</b>

Se observa que del total de las 78 ramas que se formaron de las redes, 44 presentan un impacto pesado negativo y 34 un impacto pesado positivo, lo que da un Impacto Ambiental Esperado de -741.8064, esto implica un impacto adverso significativo sobre el área de estudio ocasionado por los incendios, el

pastoreo y los asentamientos humanos. Si bien es cierto que las actividades de manejo realizadas en el área por parte de la administración del parque no resultan suficientes para mitigar los impactos negativos, debido principalmente a la falta de personal y equipo necesarios para la vigilancia y el control eficiente de los incendios, así como a la falta de medidas adecuadas para las reforestaciones, es importante mencionar que de no realizarse dichas actividades de manejo, el Impacto Ambiental Esperado sería de -1426.256, casi el doble del obtenido, por lo que puede afirmarse que las actividades de manejo son las adecuadas para la mitigación de los impactos negativos, pero es necesario realizar modificaciones específicas para mejorar la eficacia de estas medidas así como proponer nuevas soluciones para garantizar la viabilidad del área. Es por ello que se elaboró el esquema Presión-Estado-Respuesta (PER) que se muestra a continuación.

### Esquema Presión-Estado-Respuesta

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<p>Paseantes, vandalismo, caza ilegal y vigilancia</p>	<p>Si bien la porción del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán correspondiente al municipio de Huehuetoca y sus inmediaciones no es una de las áreas con mayor captación de visitantes (como "Arcos del Sitio" por ejemplo), se pueden encontrar grupos dispersos. Durante las visitas de reconocimiento se constató que algunos de los visitantes tiran la basura en cualquier parte, realizan actos vandálicos como el graffiti, destrucción de la vegetación, robo a los pobladores e incluso agresiones a guardaparques, además de provocar incendios forestales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover medidas de educación ambiental mediante carteles a un lado de las vías de acceso, para sensibilizar a los visitantes sobre el estatus del lugar de Área Natural Protegida y la importancia de evitar acciones perjudiciales como encender fogatas, extraer organismos o tirar basura.</li> <li>• Incrementar el número de vigilantes.</li> <li>• Instalar una caseta de vigilancia permanente al comienzo del camino que conduce a "Las Antenas".</li> <li>• Solicitar el apoyo de la población local en las labores de vigilancia.</li> <li>• Establecer comunicación con el personal que labora en el área de "Las Antenas" para pedir su apoyo en el aviso oportuno de actos vandálicos ocurridos en el área.</li> <li>• Legislación aplicable: Código penal del Estado de México, LGEEPA, Ley General de Vida Silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2001, Código para la Biodiversidad del Estado de México y Decreto de Creación y Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán.</li> </ul>

<p>Problemas de los pobladores con la fauna local</p>	<p>Durante la aplicación de las encuestas algunos pobladores manifestaron tener problemas con las serpientes por considerarlas peligrosas, y con el coyote ya que éste llega a matar su ganado.</p> <p>Se registraron 9 especies de serpientes comprendidas en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2001, esto se debe, en parte, a la eliminación de éstas por parte de los pobladores, a pesar de que algunas son completamente inofensivas. Por otra parte, si bien es cierto que el coyote no figura en la NOM-059-SEMARNAT-2001, sus poblaciones están disminuyendo en el Valle de México (Programa de Manejo, 2003) por lo que es importante garantizar la subsistencia de la especie en el área.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de corrales a prueba de carnívoros.</li> <li>• Desarrollar un proyecto de educación ambiental encaminado a erradicar prejuicios y mitos sobre las serpientes inofensivas en la población local.</li> <li>• Evitar la expansión urbana al interior del parque mediante la vigilancia continua de sus inmediaciones.</li> <li>• Legislación aplicable: Ley General de Vida Silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2001, Código para la Biodiversidad del Estado de México.</li> </ul>
<p>Asentamientos Humanos</p>	<p>Los asentamientos humanos conllevan un conjunto de cambios que inciden negativamente en el estado de prácticamente todos los componentes ambientales. A pesar de que la densidad poblacional del área de estudio es más bien baja (poco más de una decena de familias) los impactos derivados de su presencia en el área son, de acuerdo con el análisis matricial y de redes, significativos, convirtiendo a los asentamientos humanos en la tercera fuente más importante de impacto pesado negativo (sólo superada por los incendios y el pastoreo). Lo anterior debido a que la presencia de estos asentamientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la vigilancia a fin de detectar asentamientos irregulares.</li> <li>• Mejorar las vías de comunicación.</li> <li>• Se recomienda al ayuntamiento mejorar los servicios de recolección de basura y abastecimiento de agua.</li> <li>• Desarrollar un programa de educación ambiental enfocado al manejo de residuos domésticos para la población local.</li> <li>• Involucrar a la población local en las labores de manejo y conservación del parque.</li> <li>• Desarrollar un programa de monitoreo del cambio de uso de suelo y expansión urbana mediante sistemas de información geográfica, a fin de contar con información del</li> </ul>

	<p>produce la destrucción del hábitat de la flora y de la fauna silvestre al inducir la eliminación de la cubierta vegetal y el cambio de uso de suelo, con lo que se aceleran los procesos erosivos y de compactación. Además, provocan la contaminación del agua y el aire ya que los pobladores no cuentan con servicios de drenaje ni un sistema eficiente de recolección de basura, por lo que sus residuos son incinerados o almacenados en depósitos irregulares, lo que produce las condiciones óptimas para la proliferación de fauna nociva y contingencias a la salud pública.</p> <p>Por otra parte, se ejerce una fuerte presión sobre los recursos naturales, ya que la economía local depende en buena medida de la extracción de hongos, leña, plantas comestibles y medicinales, tierra de monte y hojarasca, animales comestibles como la liebre, fibras textiles y madera de encino para la construcción. Finalmente, con la destrucción de la vegetación disminuye la capacidad de recarga de los mantos freáticos y de captación de carbono, la belleza escénica y el potencial recreativo del Parque Estatal.</p>	<p>parque generada en tiempo real.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un proyecto de capacitación dirigido a la población local para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</li> <li>• Implementar un programa de servicio social para estudiantes de economía, administración y carreras afines con el objetivo de desarrollar proyectos productivos para la población local que sean congruentes con la política ambiental del parque y económicamente viables.</li> <li>• Legislación aplicable: Ordenamiento Ecológico del Estado de México, Decreto de Creación y Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán.</li> </ul>
<p>Incendios</p>	<p>Los incendios ocurren con mayor frecuencia durante el periodo vacacional de semana santa (entre marzo y abril), lo que indica el carácter antropogénico de éstos, ya sea por vandalismo o por descuidos de los visitantes. Otro porcentaje de los incendios es provocado por los pobladores con fines</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rehabilitar la infraestructura de detección, para el control y extinción eficaces de los siniestros.</li> <li>▪ Intensificar la vigilancia durante la temporada vacacional, al menos en las áreas de mayor importancia (Zona Núcleo y de Amortiguamiento), se recomienda colocar una caseta de vigilancia</li> </ul>

	<p>agropecuarios. Por otra parte es en esta temporada cuando la vegetación seca es más abundante y las precipitaciones son inexistentes, por lo que las condiciones son ideales para la propagación del fuego. Debido a las características orográficas del área, así como al mal estado de las vías de comunicación, en ocasiones es difícil extinguir el fuego, sin mencionar que el personal con que cuenta el parque resulta insuficiente para combatir los incendios forestales. Los incendios forestales son la fuente de impactos más perjudicial que enfrenta el Parque, constituyen la principal causa de deterioro de la calidad del aire por la emisión de contaminantes generados durante la combustión, modifican la dinámica biogeoquímica del suelo y favorecen la erosión al eliminar la cubierta vegetal y modificar la estructura de la vegetación, destruyen el hábitat de las especies silvestres, siendo especialmente vulnerables aquellas consideradas en alguna categoría de riesgo por lo que dañan el total de las relaciones ecológicas existentes, provocan el deterioro del paisaje y constituyen una amenaza para la calidad de vida de la población local.</p>	<p>permanente en área de acceso a esta zona al comienzo del camino que conduce a “Las Antenas”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incrementar el número de brigadas y combatientes con apoyo del ayuntamiento, organizaciones gubernamentales y grupos voluntarios, todos ellos debidamente capacitados.</li> <li>▪ Involucrar a la población local en la vigilancia y el aviso oportunos ante la aparición de los incendios, colocando carteles y repartiendo folletos con los teléfonos de la administración del Parque Estatal.</li> <li>▪ Aumentar las medidas preventivas, como la apertura de brechas y líneas cortafuego durante el período de mayor incidencia de incendios.</li> <li>▪ Capacitar a los guardaparques con los cursos de prevención y control de incendios forestales que ofrece PROBOSQUE.</li> <li>▪ Solicitar el Programa de Asistencia Forestal que ofrece PROBOSQUE.</li> <li>▪ Si es necesario restringir el acceso al Zona Núcleo y de Amortiguamiento durante el período vacacional a fin de evitar actos vandálicos en las zonas más vulnerables.</li> <li>▪ Legislación aplicable: Programa de Manejo y Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</li> </ul>
<p>Fauna nociva</p>	<p>Las actividades y asentamientos humanos han propiciado la aparición de fauna nociva (ratas y ratones) y de fauna doméstica (perros y gatos), lo que representa el deterioro de la fauna local y sus relaciones ecológicas al introducir depredadores y</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de perros ferales.</li> <li>• Impedir la entrada de mascotas sin correa al parque.</li> <li>• Mejorar el sistema de recolección de basura a fin evitar la formación de depósitos irregulares con la consecuente aparición de fauna nociva.</li> </ul>

	<p>competidores foráneos. Si bien es cierto que en la mayoría de los casos este tipo de fauna se establece únicamente en las cercanías de los asentamientos humanos, durante las visitas de reconocimiento se encontraron numerosos excretas de perro a gran distancia de los centros de población, lo que coincide con los reportes de manadas de perros ferales al interior del parque. Además se registró una especie de ave introducida (<i>Sturnus vulgaris</i>) originaria de Asia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un programa de esterilización de mascotas de los pobladores.</li> <li>• Legislación aplicable: Código para la Biodiversidad del Estado de México y Programa de Manejo.</li> </ul>
<p>Flora introducida</p>	<p>La flora introducida está representada básicamente por los eucaliptos plantados casi todos en campañas de reforestación mal planeadas hechas en años anteriores a la administración actual. Los eucaliptos se caracterizan por empobrecer el suelo, agotar los mantos freáticos y por no proporcionar ninguna fuente de alimentación a la fauna silvestre. En otras áreas de la Sierra de Tepetzotlán existen problemas con el muérdago. Durante las visitas de reconocimiento no se detectó presencia del muérdago en el área de estudio, sin embargo, aún no puede descartarse la posibilidad su presencia en el área.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar definitivamente la utilización del eucalipto en las campañas de reforestación.</li> <li>• Evitar en lo posible reforestar con casuarinas y cedro blanco.</li> <li>• Estudio de caracterización del muérdago.</li> <li>• Reforestar con especies que presenten mayor resistencia al muérdago, como el mezquite (<i>Prosopis juliflora</i>) o el huizache (<i>Mimosa biuncifera</i>).</li> <li>• Legislación aplicable: Código para la Biodiversidad del Estado de México y Programa de Manejo.</li> </ul>
<p>Reforestación</p>	<p>La reforestación constituye una importante medida de mitigación y restauración en áreas con la vegetación afectada, por una parte propicia una cubierta forestal en el mediano plazo que estimula la formación del suelo, mejora la capacidad de infiltración y recarga de acuíferos, reduce el proceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporarse al Programa de Reforestación y Restauración Integral de Microcuencas (PRORRIM) de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario.</li> <li>• Basarse en la zonificación del parque para realizar las reforestaciones.</li> <li>• No reforestar con especies exóticas al área (aún cuando sean nativas de México) en la</li> </ul>

	<p>de erosión, provee la formación de hábitats para la fauna silvestre así como el repoblamiento y la recuperación de especies vegetales endémicas, raras o amenazadas.</p> <p>Los árboles utilizados en las reforestaciones de la Sierra de Tepotzotlán provienen de un vivero regional que abastece a varias áreas del Estado de México, por lo que emplean especies tanto nativas como exóticas, no siempre aptas a las condiciones locales, las plantaciones son monocultivos y la distancia entre los árboles plantados en ocasiones no es la adecuada, por lo que los resultados obtenidos son moderados. Es de suma importancia continuar con las campañas de reforestación, pero con las modificaciones apropiadas para garantizar mejores resultados.</p>	<p>Zona de Restauración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar acrilato de potasio como sustrato para almacenar el agua.</li> <li>• Reforestar de acuerdo con la distribución altitudinal natural de las especies tal como se especifica en las recomendaciones al final de este trabajo.</li> <li>• No realizar plantaciones de monocultivos.</li> <li>• Reforestar con <i>Quercus frutex</i> en las zonas más propensas a incendios o con suelos más degradados.</li> <li>• Crear un vivero local en donde se cultiven las especies de árboles más adecuadas par las características del parque, incluyendo especies en riesgo como cactáceas y <i>Dasyllirion acrotliche</i>.</li> <li>• Realizar un estudio (proyecto de tesis o servicio social) que evalúe a detalle los resultados obtenidos en las campañas de reforestación pasadas.</li> <li>• Crear zanjas “trinchera” junto a los árboles plantados al pie de las pendientes para evitar la acumulación del agua por escurrimiento.</li> </ul>
<p>Educación Ambiental</p>	<p>Entre las actividades de educación ambiental que realiza la administración del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán sobresalen las visitas guiadas, los festejos por el Día Mundial de las Aves y el Día Mundial del Medio Ambiente, desarrollo de cursos-taller para niños y la invitación hecha a diversos sectores de la población para participar en las campañas de reforestación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un proyecto de servicio social o tesis orientado a la educación ambiental de los pobladores locales para erradicar mitos y prejuicios existentes sobre algunas serpientes y otros reptiles, para mejorar el manejo de sus residuos domésticos, sensibilizarlos sobre la importancia del bosque y el matorral y sobre un manejo más sustentable de sus recursos naturales.</li> </ul>

<p>Extracción de flora y fauna</p>	<p>Además de la extracción de flora y fauna realizada por la población local con fines de consumo, existe el problema de la extracción ilegal de cactáceas y reptiles por individuos ajenos al área con la finalidad de comerciar con ellos. Esta situación resulta crítica si se toma en cuenta el elevado número de especies de reptiles con alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001 presentes en la Sierra de Tepetzotlán. En el caso de las cactáceas, se trata de una de las familias de plantas más susceptibles al saqueo y el comercio ilegal debido a que gozan de gran demanda como plantas de ornato.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudios específicos de programas de reintroducción de especies en riesgo en su hábitat.</li> <li>• Desarrollar estudios poblacionales de los principales grupos de vertebrados, particularmente de aquellas especies endémicas o protegidas por la NOM-059- SEMARNAT-2001.</li> <li>• Incrementar la vigilancia.</li> <li>• Colocar carteles informativos en las áreas comúnmente utilizadas para la recreación donde se especifique que esta prohibido extraer plantas o animales del área.</li> <li>• Realizar un estudio de caracterización de la familia Cactaceae en la Sierra de Tepetzotlán.</li> <li>• Sanciones a los infractores con base en la legislación federal y estatal a fin de disminuir la extracción de organismos.</li> <li>• Legislación aplicable: NOM-059-SEMARNAT-2001, LGEEPA, Código para la Biodiversidad del Estado de México y Programa de Manejo.</li> </ul>
<p>Extracción de suelo (tierra y hojarasca)</p>	<p>La tierra de monte, es el recurso forestal no maderable con mayor nivel de extracción, el de menor valor en el mercado y el que genera mayor impacto ambiental (Merino, <i>et al.</i> 2008). La extracción del suelo es realizada tanto por los pobladores locales como por individuos foráneos con el fin de venderlo como tierra para macetas. La extracción se realiza en el bosque de encino, en áreas con fuertes pendientes, lo que provoca alteraciones directas sobre la fertilidad y la estructura del suelo y propicia el inicio de procesos erosivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar el número de vigilantes, colocar una caseta de vigilancia permanente al inicio del camino que conduce a “las Antenas” y aplicar las sanciones correspondientes con base en la legislación vigente.</li> <li>• Solicitar el apoyo de la población local.</li> <li>• Instalar una caseta de vigilancia.</li> <li>• Impedir el acceso de vehículos a la Zona Núcleo y de Restauración mediante mallas u otro tipo de barreras.</li> <li>• Promover el uso de la composta entre los pobladores para evitar la</li> </ul>

	<p>También es un factor de perturbación del hábitat de la fauna, principalmente anfibios reptiles, invertebrados y pequeños mamíferos. Por otra parte imposibilita el desarrollo de la vegetación al privarla de su sustrato.</p>	<p>extracción de tierra de monte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para evitar la erosión del suelo en pendientes pronunciadas y desprovistas de vegetación pueden construirse presas de piedra, morillo o malla de alambre, zanjas de infiltración y derivadotas de escorrentía, cabeceo de cárcavas, cercos vivos y terrazas de formación sucesiva.</li> <li>• Legislación aplicable: Decreto del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán.</li> </ul>
<p>Extracción de leña</p>	<p>La leña representa la única fuente de combustible para la gran mayoría de la población local, por lo que su extracción es constante, y constituye la principal forma de explotación del encinar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar a la población local en la contracción de estufas "LORENA", que reducen considerablemente el consumo de leña como combustible.</li> <li>• Permitir el consumo controlado de leña, especialmente leña seca, para disminuir la cantidad de combustible en la temporada de incendios.</li> <li>• Legislación aplicable: Decreto y Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán.</li> </ul>
<p>Agricultura</p>	<p>La agricultura que se practica en el área es de temporal, centrándose en el cultivo del maíz, el frijol, y la calabaza entre otros, la mayoría de los agricultores evita el uso de agroquímicos y plaguicidas, por lo que el principal impacto de esta actividad es la eliminación de la cubierta vegetal para abrir tierras al cultivo y el empobrecimiento del suelo producto de establecer cultivos en tierras con pendientes pronunciadas. Por ahora esta actividad se restringe a las áreas contiguas a los centros de población, sin embargo el incremento de la superficie dedicada a la agricultura al interior de la Sierra de</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la vigilancia a fin de evitar la expansión agrícola al interior del parque.</li> <li>• Incentivar a los pobladores a producir hongos comestibles como actividad económica alternativa a la agricultura, solicitando el apoyo financiero de instancias gubernamentales como FONAES o SEDAGRO.</li> <li>• Utilizar cortinas vegetales para minimizar la erosión eólica en los cultivos.</li> <li>• Rotación de cultivos y policultivo.</li> <li>• Cultivar productos mejor adaptados a las condiciones locales como el agave y el nopal tunero.</li> <li>• Desarrollar un estudio agronómico sobre las</li> </ul>

	<p>Tepetzotlán es considerable, pues ha pasado de 870 a 1,490 ha en 20 años (Programa de Manejo, 2003).</p>	<p>características y potencialidades del área.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislación aplicable: Decreto y Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán.</li> </ul>
<p>Pastoreo</p>	<p>Las actividades pecuarias ocupan la mayor extensión superficial en el área de estudio, constituyen una importante fuente de ingresos para gran parte de la población local, sin embargo son la acción más destructiva para los elementos del medio ambiente después de los incendios forestales. Es la actividad que más impactos negativos ocasiona al suelo, por la compactación y la erosión que produce el pisoteo de los animales y la remoción de la cubierta herbácea. De esta manera se ven afectadas la permeabilidad del suelo, la recarga de los mantos freáticos y la estructura de la vegetación. Además el ganado constituye una fuente de competencia para las especies de herbívoros nativas del área y ejerce una presión selectiva sobre algunas especies de herbáceas perturbando su abundancia y distribución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar el área al Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, que a través de PROBOSQUE incentiva la conservación de masas forestales de importancia hidrológica, y el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán cumple con todos los requisitos para gozar de este beneficio. De esta manera los ejidatarios tendrían un estímulo para conservar la vegetación natural en vez de incendiarla con fines pecuarios. Informes: 01 800 18 78 78</li> <li>• Incorporarse al Programa de Reforestación y Restauración Integral de Microcuencas (PRORRIM) de la Secretaría de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario.</li> <li>• Dotar a los pobladores con paquetes pecuarios (aves, conejos o liebres) a fin de disminuir tipos de ganado más perjudiciales para el área, como el caprino o el bovino.</li> <li>• Colocar cercos o algún tipo de barrera que impida el acceso del ganado a las áreas reforestadas.</li> <li>• Delimitar un área especial para el pastoreo, alejada de las zonas reforestadas.</li> <li>• Desarrollar un programa de aprovechamiento sustentable de especies como la liebre y el conejo.</li> <li>• Legislación aplicable: Decreto y Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán.</li> </ul>

## Discusión y Conclusiones

El Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán es un Área Natural Protegida Estatal desde mayo de 1977, por su importancia como generador de servicios ambientales para el área metropolitana. El presente estudio se realizó en la porción del parque perteneciente al municipio de Huehuetoca y sus inmediaciones. Esta área es importante por múltiples razones: cuenta con los tres tipos de vegetación presentes en el Parque Estatal, al estar ubicada en los límites del mismo se ve sometida a diversas actividades generadoras de impacto realizadas por la población humana asentada en las inmediaciones y por último es uno de los puntos donde la administración del parque ha aplicado más intensamente medidas de mitigación y restauración con resultados variables.

La destrucción del bosque de encino y el matorral xerófilo es el principal problema que enfrenta el parque con lo cual se pone en riesgo la viabilidad de numerosas especies vegetales y animales (muchas de las cuales están protegidas por la legislación ambiental vigente). Las actividades generadoras de impacto que más perjudican a la vegetación son los incendios forestales, las actividades pecuarias, los asentamientos humanos, la extracción de tierra y leña y en menor medida las actividades agrícolas.

El bosque de encino protagoniza funciones ecológicas muy importantes como fuente de sostén de epífitas; refugio y alimento de aves, mamíferos, reptiles y artrópodos, así como de microorganismos de la rizósfera; son generadores y formadores del suelo, modificadores de condiciones microambientales; y participantes activos en la infiltración de agua en cantidades importantes, entre otros. Sus funciones en las comunidades no son todavía bien conocidas, pero está bien establecido que los encinos pueden desaparecer de una región por actividades antropogénicas que alteren el pH, el contenidos de bases, materia orgánica y la riqueza de microfauna y microflora del subsuelo; con ello se incrementa la susceptibilidad a la erosión, a la pérdida de micorrizas y a cambios en la humedad y el flujo de nutrientes (Reyes y Gama-Castro, 1995 citado por Ceballos *et al.*, 2009).

Los bosques en zonas áridas y semiáridas son afectados principalmente por la degradación, que a finalmente es la etapa previa a la deforestación. El proceso de degradación de los recursos forestales hasta su eliminación en un área está generalmente definido por un círculo vicioso entre la degradación de los recursos naturales y pobreza rural (INE, 2005). Esta es precisamente la situación identificada en el área de estudio, ya que si bien no existe explotación industrial del encinar al interior del parque debido a su inaccesibilidad, al estatus de área protegida y a las características propias de la madera de encino (Rzedowski, 1978) el bosque se ve sometido a una fuerte presión por parte de la población local, por un lado porque es sistemáticamente destruido con el fin de expandir la superficie destinada a las actividades agropecuarias, y al mismo tiempo por la fuerte dependencia que tiene la economía local de los recursos forestales, tales como la leña, plantas medicinales, hongos y frutos silvestres, entre otros.

La demanda de leña y madera para consumo doméstico sigue siendo alta en la mayoría de las comunidades rurales y desgraciadamente existe una deficiente planeación y ordenación de este tipo de aprovechamientos, que se agrava en la medida en que el recurso forestal es más escaso (INE, 2005). En el área de estudio la densidad poblacional es baja, sin embargo, el análisis de los cuestionarios aplicados reveló que la mayor parte de los pobladores (83.3%) utiliza la leña como única fuente de combustible, por lo que es necesario implementar reglas internas que limiten el uso de leña para fines domésticos.

La relación que guardan los pobladores con los recursos naturales del área es contradictoria e insostenible, ya que por una parte, debido a la precariedad de su economía dependen estrechamente de éstos recursos, y, sin embargo a causa de esta misma precariedad se ven forzados a destruirlos mediante el cambio de uso de suelo y la extracción incontrolada.

De acuerdo con los registros realizados en campo y la búsqueda bibliográfica, la riqueza florística del parque es elevada: 180 especies de plantas vasculares, 85 de hongos y 4 de líquenes. Sin embargo estos registros son parciales, ya que es necesario investigar mejor la presencia de ciertos grupos, tal es el caso de la familia Cactaceae, prácticamente desconocida en el área. Entre las especies registradas se encuentran dos plantas y un hongo protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2001. *Nymphaea mexicana* y *Dasyllirion acrotriche* se encuentran catalogadas por la norma como amenazadas, siendo además *D. acrotriche* endémica y un nuevo registro para el área. La especie de hongo *Boletus edulis* también está catalogada como amenazada.

La Sierra de Tepetzotlán cuenta con una gran riqueza faunística, (64 especies de aves, 23 de mamíferos, 26 de reptiles y 9 de anfibios), sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo por medio de las encuestas aplicadas a guardaparques y pobladores, las visitas de reconocimiento, los registros visuales directos e indirectos (huellas y excretas) así como los análisis matriciales señalan una fuerte perturbación en la distribución y la abundancia de la fauna ocasionada por diversas actividades generadoras de impacto, entre las que destacan los incendios forestales, el pastoreo, los asentamientos humanos y la extracción y cacería de ciertas especies, por lo que es necesario realizar estudios poblacionales y de monitoreo rigurosos de los principales grupos de vertebrados, particularmente de aquellos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

El grupo de vertebrados que presenta mayor riqueza específica es el de las aves, seguido por el de los reptiles, siendo éste el que cuenta con un mayor número de especies incluidas en alguna categoría de protección. Es importante mencionar que tanto las aves como los reptiles dependen estrechamente del bosque y el matorral para sobrevivir, y dada la actual tendencia de modificación de estos hábitats, en el espectro faunístico presente son favorecidas las especies generalistas, como *Sceloporus torquatus* (Castillo y Reyes, 2006). Para los mamíferos la situación es semejante, pues especies

como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) que tienen al bosque como único hábitat son cada vez más escasas, mientras que las especies que se ven beneficiadas por la presencia humana han incrementado sus poblaciones (como algunos roedores).

El caso del coyote (*Canis latrans cagottis*) es significativo, ya que si bien no aparece en ninguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001, sus poblaciones en el Valle de México se han visto mermadas (Programa de Manejo, 2003), esta situación se constató mediante las encuestas realizadas a pobladores y guardaparques y el muestreo de excretas.

En lo que respecta a los componentes físicos del ambiente, se encontró que la atmósfera y el agua no presentan deterioros significativos (excepto el producido por los incendios forestales a la calidad del aire), siendo el suelo el componente más afectado por las actividades humanas. La extracción del suelo para venderlo como tierra para macetas es una actividad frecuente en el área, lo cual resulta sumamente perjudicial si se toma en cuenta que la tasa de extracción es muy superior a la de formación del suelo, además las áreas de saqueo se ubican en los bordes de la Zona Núcleo por lo que se ponen en riesgo las áreas con vegetación natural mejor conservada. El pastoreo es la actividad que más impactos ocasiona al suelo, el pisoteo reiterado del ganado genera la compactación de la capa superficial del mismo, provocando disminución en la permeabilidad, un mayor escurrimiento del agua no filtrada generando erosión. El paso del ganado también es causa de la pérdida de suelo por efecto mecánico que provocan las pezuñas de los animales al levantar y dispersar las partículas. Además, las condiciones del área (clima semiárido y vegetación xerófila) no son propicias para la actividad pecuaria, ya que la temporada de secas vulnera al ganado (especialmente al vacuno) por lo que los ganaderos se ven obligados a provocar incendios forestales para acelerar el rebrote de las plantas. A pesar de lo anterior, hoy en día las actividades pecuarias son las que ocupan una mayor extensión al interior del Parque Estatal (79% de la superficie total). Una situación semejante ocurre con el cultivo del maíz y el frijol, que no son plantas particularmente aptas para cultivarse en la región (Rzedowski, 1978 e INE, 2002), por lo que su producción es marginal y destinada básicamente al autoconsumo.

Los incendios forestales (provocados por motivos agropecuarios o simplemente por vandalismo) son, de acuerdo con el análisis matricial y de redes la principal amenaza que enfrenta el Parque Estatal, ya que generan un efecto sinérgico que acelera la destrucción del suelo y la vegetación, perturban la distribución y la abundancia de la fauna, eliminando a los organismos de baja movilidad, deterioran la calidad del aire y el microclima y constituyen una seria amenaza para la salud y la vida de la población local.

En resumen, las principales actividades generadoras de impacto registradas en el área de estudio son, en orden de importancia: los incendios forestales, el pastoreo y los asentamientos humanos.

Las acciones de manejo realizadas por la administración del parque para mitigar estos impactos en el área son la prevención y el control de incendios, la

vigilancia y la reforestación. Debido a la falta de personal suficiente y a las dimensiones del área, el alcance de la vigilancia es limitado, en cuanto al control de incendios, la falta de equipo adecuado, de personal suficiente y la inaccesibilidad de algunas zonas dificulta en ocasiones, el control eficiente de los siniestros. Las campañas de reforestación realizadas en torno a la Zona Núcleo son de suma importancia, ya que constituyen la mejor medida de conservación y rehabilitación del suelo, la fauna y la flora, sin embargo la utilización de especies no siempre adecuadas, las plantaciones de monocultivos y la distancia entre árboles mal calculada producen resultados moderados.

Una vez identificadas las principales actividades generadoras de impacto y las actividades de manejo realizadas en el área se analizaron sus efectos indirectos o acumulativos en los componentes ambientales mediante el modelo de redes de Sorensen con lo que se obtuvo un impacto ambiental esperado de -741.8064, por lo que se puede concluir que el área sufre un proceso de deterioro ambiental. Sin embargo, es importante mencionar que de no llevarse a cabo las actividades de manejo antes mencionadas el impacto ambiental esperado sería de -1426.256, un valor realmente mucho mayor al obtenido.

Las medidas adoptadas por la administración del parque para mitigar los impactos y restaurar el ambiente son las adecuadas (salvo algunas deficiencias puntuales en lo referente a las reforestaciones) pero no las suficientes debido a las deficiencias presupuestales y de personal a las que se enfrenta, por lo que es indispensable incrementar el apoyo gubernamental otorgado a la Coordinación de Conservación Ecológica de Tepotzotlán para garantizar el buen estado y la viabilidad a futuro del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán.

## Recomendaciones

### Reforestación y manejo forestal

Solicitar los apoyos que ofrecen diferentes dependencias gubernamentales en los siguientes programas y proyectos:

- Incorporar el área al Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, que a través de PROBOSQUE incentiva la conservación de masas forestales de importancia hidrológica, y el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán cumple con todos los requisitos para gozar de este beneficio. De esta manera los ejidatarios tendrían un estímulo para conservar la vegetación natural en vez de incendiarla con fines agropecuarios. Informes: 01 800 18 78 78
- Solicitar el Programa de Asistencia Forestal que ofrece PROBOSQUE
- Incorporarse al Programa de Reforestación y Restauración Integral de Microcuencas (PRORRIM) de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario

Apegarse a la zonificación del parque para realizar las reforestaciones, por ejemplo no reforestar con especies exóticas al área (aún cuando sean nativas de México) en la Zona de Restauración.

No realizar plantaciones de monocultivos, ya que al reforestar con más de una especie se favorece el desarrollo de un mayor número de hábitats para la vida silvestre que el obtenido con masas forestales puras. Por otra parte las posibilidades de supervivencia de los árboles aumentan en plantaciones mixtas.

Dejar una distancia mínima de 2.5 m entre cada árbol, con la finalidad de proporcionar el espacio suficiente para su desarrollo y evitar la competencia por la luz, nutrientes y agua.

Utilizar acrilato de potasio como sustrato para almacenar el agua en el cepellón de cada árbol.

Reforestar de acuerdo con la distribución altitudinal natural de las especies: encinos en las partes más altas y laderas medias, ailes, pirules y madroños a lo largo de las cañadas y en las partes más secas y desprovistas de vegetación reforestar con mezquites y acacias (Angel, 2004). Por otra parte durante las visitas de reconocimiento realizadas en este estudio se observó que el huizache (*Acacia farnesiana*), la uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*) y el mezquite (*Prosopis juliflora*) son las especies (todas leguminosas) que mejor se desarrollan en las partes más bajas de la sierra además de ser muy resistente a la sequía y los suelos pobres en materia orgánica, en cuanto a los encinos, *Quercus mexicana* y *Quercus rugosa* demostraron ser los árboles mejor adaptados a las condiciones locales.

*Quercus rugosa* modifica su morfología para adaptarse a las condiciones locales (porte tanto arbóreo como arbustivo) para soportar rangos amplísimos de humedad y sequía (SEMARNAT, 2010) por lo que se recomienda favorecer su utilización en futuras reforestaciones.

En las áreas más propensas a los incendios forestales se recomienda reforestar con *Q. deserticola* y *Quercus frutex*. Este último prospera al reproducirse vegetativamente por sus partes subterráneas, formando clones que pueden abarcar varios metros de diámetro. Tal propiedad le confiere resistencia a los incendios forestales que frecuentemente se propagan en estas comunidades (González, 2003). Sin embargo de debe abusarse de su uso para evitar la propagación malezoide en otras áreas menos expuestas a los incendios, donde pueda establecerse una vegetación más rica y estructuralmente más compleja.

Reforestar con palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) en áreas con suelos degradados, ya que esta especie tiene la facultad de crecer con facilidad en este tipo de suelos y favorecer su recuperación (CONABIO, s/f).

Crear un vivero local en donde se cultiven las especies de árboles más adecuadas par las características del parque, incluyendo especies en riesgo como cactáceas y *Dasyllirion acrotriche*. Por otro lado el cultivo local incrementa las posibilidades de adaptación de los árboles, conserva el germoplasma y puede constituir una fuente de empleo para la población local.

Evitar definitivamente la utilización del eucalipto en las campañas de reforestación y evitar en lo posible reforestar con casuarinas y cedro blanco.

### **Combate a la erosión**

Implementar técnicas mecánicas de control de la erosión en las pendientes desprovistas de vegetación como la construcción de presas filtrantes, el cabeceo de cárcavas, las distintas modalidades de terrazas y las zanjas derivadotas de escorrentía y roturación.

Pueden emplearse también prácticas vegetativas como la rotación de cultivos, los cultivos de cobertura, las cortinas rompe-viento, cultivo en contorno y en fajas así como sistemas agroforestales.

### **Vigilancia**

Intensificar la vigilancia durante la temporada vacacional, al menos en las áreas de mayor importancia (Zona Núcleo y de Amortiguamiento), se recomienda colocar una caseta de vigilancia permanente en los límites del Parque Estatal en el comienzo del camino que conduce a “las Antenas”.

### **Educación ambiental**

Promover medidas de educación ambiental mediante la colocación de carteles a un lado de las vías de acceso, para informar a los visitantes sobre el

estatus del lugar de Área Natural Protegida y la importancia de no realizar acciones perjudiciales como encender fogatas, extraer organismos o tirar basura.

Desarrollar un proyecto de servicio social o tesis orientado a la educación ambiental de los pobladores locales para erradicar mitos y prejuicios existentes sobre algunas serpientes y otros reptiles, para mejorar el manejo de sus residuos domésticos, sensibilizarlos sobre la importancia del bosque y el matorral y sobre un manejo más sustentable de sus recursos naturales.

### **Nuevos estudios**

Desarrollar los siguientes proyectos de investigación mediante programas de servicio social o tesis:

- Un programa de monitoreo del cambio de uso de suelo y expansión urbana mediante el uso de sistemas de información geográfica, a fin de contar con información del parque generada en tiempo real
- Estudio de caracterización del muérdago
- Evaluar detalladamente los resultados obtenidos en las campañas de reforestación pasadas
- Realizar estudios específicos de programas de reintroducción de especies en riesgo en su hábitat natural
- Monitoreos poblacionales de las especies endémicas o protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001
- Realizar un estudio de caracterización de la familia Cactaceae en la Sierra de Tepetzotlán
- Desarrollar un programa de aprovechamiento sustentable de especies silvestres como la liebre y el conejo (*Lepus callotis callotis* y *Sylvilagus floridanus*)

### **Control de incendios**

Rehabilitar la infraestructura de detección, control y extinción de incendios.

Incrementar el número de brigadas y combatientes con el apoyo del Ayuntamiento, organizaciones no gubernamentales y grupos de voluntarios, todos ellos debidamente capacitados.

Aumentar las medidas preventivas en las Zonas de Restauración y Amortiguamiento, como la apertura de brechas y líneas cortafuego durante el período de mayor incidencia de incendios.

Capacitar a los guardaparques con los cursos de prevención y control de incendios forestales que ofrece PROBOSQUE.

Permitir el consumo de leña seca controlado, reduciendo así el potencial del área para los incendios.

### **Alternativas productivas para los pobladores**

Apoyar a la población local en la contratación de estufas “LORENA”, que reducen considerablemente el consumo de leña como combustible.

Incentivar a los pobladores a producir hongos comestibles como actividad económica alternativa a las actividades agropecuarias, solicitando el financiamiento de instancias gubernamentales como FONAES o SEDAGRO.

### **Infraestructura y manejo del parque**

Se recomienda al Ayuntamiento mejorar los servicios de recolección de basura, abastecimiento de agua y las vías de comunicación.

Eliminación de perros ferales y esterilización de mascotas de los pobladores.

Reestructurar y actualizar el Programa de manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán.

## Bibliografía

- Altamirano, A. T., Soriano, S. M. y Torres, R. S. 2006. Anfibios y Reptiles de Tepetzotlán, Estado de México. *Revista de Zoología* 17: 46-52 pp.
- American Birds Conservancy. 2007. Birds Conservation Issues. American Birds Conservancy. USA.  
<http://www.abcbirds.org/> Consultado 02 junio 2010
- Angel, A. L. 2004. Estructura de la vegetación del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”, Estado de México. Tesis de Ingeniería Forestal. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. México, 63 pp.
- Animal Diversity Web. 2008. University of Michigan Museum Zoology. USA.  
<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/about/index.html> Consultado 12 junio 2010
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO e Instituto de Ecología A.C. México, 212 pp.
- Bakkes, J. A., van den Born, J. C., Helder, J. C., Swart, R. J., Hope, C. W. y Parker, J. D. E. 1994. An Overview of Environmental Indicators: State of art and perspectives. UNEP/RIVM in co-operation with The University of Cambridge. UK, 72 pp.  
<http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/10006/1/402001001.pdf> Consultado 20 abril 2010
- Barr, J. 2007. Los reportes del estado del ambiente con base en indicadores ambientales: un puente entre la política pública y la ciencia. INE. México.  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/507/cap11.html> Consultado 17 abril 2010.
- Casas, A. B. 1979. Anfibios y Reptiles de México. Limusa. México, 86 pp.
- Castillo, I. A. y Reyes, A. D. 2006. Listado y algunos aspectos ecológicos de la herpetofauna del Parque Estatal, “Sierra de Tepetzotlán”, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. FES Iztacala, UNAM. México, 108 pp.
- Ceballos, G. G. y Galindo, L. C. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México, 299 pp.
- Ceballos, G., List, R., Garduño, G., López, C. R., Muñozcano, Q. M., Collado, E. y Eivin S. J. (Compiladores). 2009. La Diversidad Biológica del Estado de México, Estudio de Estado. Secretaría de Medio Ambiente. México, 523 pp.  
[http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/EEB\\_EDOMEX\\_Tomol.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/EEB_EDOMEX_Tomol.pdf) Consultado 12 junio 2010

- Ceballos, G. G. y Oliva, G. (coordinadores). 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México, 986 pp.
- CONAFOR. 2006. Código para la Biodiversidad del Estado de México. CONAFOR, México.  
[http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/normateca/leyes\\_forestales\\_estatales/Ley\\_Forestal\\_EstadodeMexico.pdf](http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/normateca/leyes_forestales_estatales/Ley_Forestal_EstadodeMexico.pdf) Consultado 02 agosto 2010
- Conant, R., Collins, J. T. 1998. A Field Guide to Reptiles and Amphibians of Eastern and Central North America. The Peterson Field Guide Series, Third edition. U.S.A., 615 pp.
- Conesa, F. y Fdz, V. 1995. Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda Edición. España, 239 pp.
- Cortinas, N. C. 2008. Incendios Forestales y Agrícolas y el Convenio de Estocolmo. INE. México, 13pp.  
[http://siscope.ine.gob.mx/descargas/diagnos/diag\\_incendios\\_forestales\\_y\\_agricolas.pdf](http://siscope.ine.gob.mx/descargas/diagnos/diag_incendios_forestales_y_agricolas.pdf) Consultado 10 mayo 2010
- Delgado, M. y Rodríguez, M. 1996. La gestión ambiental en municipios metropolitanos: Los retos frente al siglo XXI. INE-SEMARNAP. Gaceta del Instituto Nacional de Ecología, Nueva Época. 38: 43-45.  
<http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/gacetas/GE38.pdf> Consultado 20 abril 2010
- Dunn, L. J., Alderfer, J. 2006. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic, Fifth edition. U.S.A, 503 pp.
- Enkerlin E. C., Cano G., Garza R. A., Vogel, E. (Editores). 1997. Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. Internacional Thomson Editores. México, 690 pp.
- Espinoza, G. 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. B.I.D. y C.E.D. Santiago. Chile, 183 pp.  
[http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/resProblemasAmb/Unidad6/Fundamentos\\_de\\_evaluaci%F3n\\_de\\_IA.pdf](http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/resProblemasAmb/Unidad6/Fundamentos_de_evaluaci%F3n_de_IA.pdf) Consultado 20 abril 2010
- Esqueda, G. J. Diagnóstico ambiental de las inmediaciones de exmonasterio de los carmelitas descalzos en el Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Tesis de Licenciatura en Biología. FES Iztacala, UNAM. México, 62 pp.
- Gaviño, T. G., Juárez, L. C., T. H. 1982. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo. Limusa. México, 246 pp.

- Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Coordinación General de Conservación Ecológica. 2003. Programa de Manejo, Resumen Ejecutivo, Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán. México, 91 pp.
- Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. 2005. Diagnóstico Ambiental de la Región IV: Cuautitlán Izcalli. México, 53 pp.  
[http://200.67.183.230/ZONADESCARGA%5CR04\\_CIzacalli.pdf](http://200.67.183.230/ZONADESCARGA%5CR04_CIzacalli.pdf)  
Consultado 02 agosto 2010
- Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. 2007. Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrológicas 2007. México, 112 pp.  
<http://www.edomex.gob.mx/ambiente/doc/pdf/2007-da-em-2007.pdf>  
Consultado 02 agosto 2010
- Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. 2007. Situación de la flora y fauna del Estado de México con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2001. México, 40 pp.  
<http://www.edomex.gob.mx/ambiente/doc/pdf/2007-flora-fauna-em.pdf>  
Consultado 02 agosto 2010
- Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. 2008. Bases de Diagnóstico: Identificación de Zonas Susceptibles a la Erosión en el Estado de México. México, 42 pp.  
<http://www.edomex.gob.mx/ambiente/doc/pdf/dgpcca/2008daerosion.pdf>  
Consultado 02 agosto 2010
- Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. 2008. Diagnóstico Ambiental de las Dieciséis Regiones del Estado de México, 56 pp.  
<http://www.edomex.gob.mx/ambiente/doc/pdf/2008-da-16-rem.pdf>  
Consultado 02 agosto 210
- Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. 2009. Incendios Forestales en el Estado de México y sus Emisiones a la Atmósfera. México, 30 pp.  
[http://www.edomex.gob.mx/ambiente/doc/pdf/dgpcca/incendios\\_fores.pdf](http://www.edomex.gob.mx/ambiente/doc/pdf/dgpcca/incendios_fores.pdf)  
Consultado 02 agosto 2010
- Gómez, O. D. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición de Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. España, 701 pp.

- González, J. R. 2003. Los hongos silvestres de la Sierra de Tepetzotlán, México. Tesis de Maestría en Biología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, 125 pp.
- Guevara, S. A., de la Torre, A. J. y Rivera, P. R. 2001. Pobreza y Deforestación: un Enfoque de Acervos. Universidad Iberoamericana, INE y SEMARNAT. México, 38 pp.  
[http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/degradacion\\_amb.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/degradacion_amb.pdf)  
Consultado 20 abril 2010
- Hale, M. 1979. How to Know about Lichens. The picture key nature series. Second Edition. USA, 226 pp.
- Hernández, R. C. 1999. Estrategias de manejo para el parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán". Tesis de Ingeniería Forestal. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. México, 132 pp.
- INE. 2000. La Evaluación del Impacto Ambiental, Logros y retos para el desarrollo sustentable (1995-2000). Dirección Ejecutiva de participación Social, Enlace y Comunicación. México, 160 pp.
- INE. 2002. Estimación del Costo de Oportunidad del uso de Suelo Forestal en Ejididos a Nivel Nacional. Dirección General en Investigación en Política y Economía Ambiental, INE. México.  
[http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/costo\\_opor\\_cam\\_uso\\_suelo\\_for.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/costo_opor_cam_uso_suelo_for.pdf)  
Consultado 20 abril 2010
- INE. 2005. Proyecto para la Evaluación de Metodologías de Monitoreo para la Conservación Áreas Naturales. INE. México, 13 pp.  
[http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/ejido\\_conserv\\_2.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/ejido_conserv_2.pdf)  
Consultado 20 abril 2010
- INE. 2005. Situación General Existente en las Comunidades Agrarias con Respecto al manejo de los Recursos Naturales. INE. México, 24 pp.  
[http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/ejido\\_conserv\\_3.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/ejido_conserv_3.pdf)  
Consultado 20 abril 2010
- INEGI. 1999. Carta Topográfica Zumpango de Ocampo E14 A19. Escala 1: 50,000
- INEGI, 2003. Modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) (OCDE-2003). Sector de la Administración Pública Federal: Medio Ambiente y Recursos Naturales, INEGI. México.  
<http://www2.inegi.gob.mx/estestint/ficha.asp?idf=559>  
Consultado 17 abril 2010
- Llorente, B. J. 1993. La diversidad biológica en el Programa CYTED. Ciencia y Desarrollo. 19(113): 52-58.
- Martínez, M. 1992. Los pinos Mexicanos. Ediciones Botas, tercera edición. México, 361 pp.

- Mejía, A. y Rodríguez, M. 1997. Elementos para Integración Estatal de Programas Estatales para el Fortalecimiento de la Gestión Ambiental Municipal. INE. México.  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/272/elementos.html>  
Consultado 20 abril 2010
- Merino, L., Rodríguez, J., Ortiz, G., García, A. 2008. Estudio Estratégico sobre el Sector Forestal Mexicano. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C. México, 255 pp.  
[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADP254.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADP254.pdf) Consultado 02 agosto 2010
- Muñoz, P. C. 2003. Reformas de segunda generación en material ambiental y agraria para los bosques en México. Gaceta de Economía, Instituto Tecnológico Autónomo de México, Año 9, Número Especial: 181-198.  
[http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/reformas\\_2a\\_generacion.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/reformas_2a_generacion.pdf)  
Consultado 20 abril 2010
- Murie, O. J., Elbroch, M. 2005. The Peterson Field Guide to Animal Traks. The Peterson Field Guide Series, Third edition. U.S.A., 391 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 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.  
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-ECOL-059-2001.pdf> Consultada 17 de abril 2010.
- OECD, 2007. Key environmental indicators. France. 36 pp.
- Porta, C. J., López-Acevedo, R. M. y Roquero, L. C. 1994. Edafología, para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. España, 807 pp.
- Quadri, T. G. 2007. Teoría y Práctica en Política Ambiental y Uso de Instrumentos Económicos. INE-SEMARNAP. Gaceta de Ecología, Nueva Época, 42: 13-20.  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/272/teoria.html>  
Consultado 20 abril 2010
- Reid, A. F. 2006. Field Guide to Mammals of North America. The Peterson Field Guide Series, Fourth edition. U.S.A., 579 pp.
- Romero, B. M. y Morales, V. J. 2000. Inventario de la Fauna Silvestre en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. Tesis de Ingeniería Forestal. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. México, 96 pp.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, 432pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana, Instituto de Ecología A.C. 14: 3-21.  
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/574/57401402.pdf> Consultado 11 mayo 2010
- Rzedowski, J. y Rzedowski, C. G. 1989. Sinopsis numérica de la flora fanerogámica del Valle de México. Acta Botánica Mexicana, Instituto de Ecología A.C. 8: 15-30.  
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/574/57400802.pdf> (Consultado 17 abril 2010)
- Rzedowski, J. y Rzedowski, C. G. 1993. Datos sobre la dinámica de la flora fanerogámica del Valle de México, con énfasis en especies narrativas (*sic*) raras, en peligro de extinción y aparentemente extintas. Acta Botánica Mexicana, Instituto de Ecología A.C. 25: 81-108.  
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/574/57402507.pdf> Consultado 17 abril 2010
- SEMARNAT. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2003.  
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/leyesdelsectorfederal.aspx> Consultada el 17 de abril del 2010.
- SEMARNAT. 2000. Ley General de Vida Silvestre (última reforma publicada el 06 de abril de 2010)  
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/leyesdelsectorfederal.aspx> Consultado 17 abril 2010
- SEMARNAT. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma publicada el 06 de abril de 2010)  
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/leyesdelsectorfederal.aspx> Consultado 17 abril 2010
- SEMARNAT. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (última reforma publicada el 19 de junio de 2007).  
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/leyesdelsectorfederal.aspx> Consultado 17 abril 2010.
- SEMARNAT. 2010. Estudio para la Caracterización y Diagnóstico del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Cuenca de México (Avances Febrero 2010). SEMARNAT. México, 407 pp.  
[http://www.semarnat.gob.mx/queessearnat/politica\\_ambiental/ordenamientoecologico/Documents/documentos\\_valle\\_mexico/caracterizacion\\_final\\_22\\_marzo\\_1.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/queessearnat/politica_ambiental/ordenamientoecologico/Documents/documentos_valle_mexico/caracterizacion_final_22_marzo_1.pdf) Consultado 12 junio 2010
- SEMARNAT. 2010. Áreas naturales protegidas. SEMARNAT, México, 46 pp.  
[http://www.semarnat.gob.mx/queessearnat/politica\\_ambiental/ordenamientoecologico/Documents/documentos\\_valle\\_mexico/diagnostico\\_final%2022\\_marzo\\_3.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/queessearnat/politica_ambiental/ordenamientoecologico/Documents/documentos_valle_mexico/diagnostico_final%2022_marzo_3.pdf) Consultado 02 agosto 2010

- Stebbins, R. C. 2003. A field Guide to Western Reptiles and Amphibians. The Peterson Field Guide Series, Third edition. U.S.A. , 533 pp.
- Tovar, V. J. y Garivay, O. R. 2000. La Globalización y la Etnobiología, el caso de los hongos en México. Nanacatl. 1: 22-28.
- UNIBIO. 2010. Consulta de Colecciones Biológicas. Instituto de Biología, UNAM. México.  
<http://unibio.unam.mx/> Consultado 02 junio 2010
- Uphoff, N., Ball, A. S., Fernández, E., Herren, H., Husson, O., Laing, M., Palm, C., Pretty, J., Sanchez, P., Sanginga, N. y Thies, J. 2006. Biological Approaches of Sustainable Soil Sistem. Taylor & Francis. USA, 764 pp.
- Vargas, M. F., Escobar, M. S., de la Mora, E. R. y Marcó, P. R (Compiladores). 2002. Áreas naturales protegidas de México con decretos estatales Volumen 1. SMARNAT, INE y CONAMP. México, 622 pp.
- Vázquez-Yáñez, C. y Cervantes, V. 1993. Estrategias para la reforestación en árboles nativos de México. Ciencia y Desarrollo. 19(113): 52-58.
- Vidal, S. E. y Franco, L. J. 2009. Impacto Ambiental, Una herramienta para el desarrollo sustentable. AGT Editor, S.A. México, 412 pp.
- Zipcodezoo. 2009. Index. the BayScience Foundation.  
<http://zipcodezoo.com/> Consultado 02 junio 2010

## **ANEXOS**

# ANEXO 1 ENCUESTAS

## Pobladores

### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA CARRERA DE BIOLOGÍA

- 1.- ¿Cuántos años tiene viviendo en la comunidad?
- 2.- ¿Qué opina de la vigilancia y la seguridad del lugar?
- 3.- ¿Tiene mascotas o animales de traspatio, cuáles?
- 4.- De los tipos de vegetación mencionados abajo ¿cuál considera usted importante por su tamaño o su utilidad?  
Bosque\_\_\_\_\_ Matorral\_\_\_\_\_ Pastizal\_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_
- 5.- ¿Cómo considera el estado de este tipo de vegetación?  
Intacto \_\_\_\_\_ Poco dañado\_\_\_\_\_ Dañado\_\_\_\_\_ Muy dañado\_\_\_\_\_ No sabe\_\_\_\_\_
- 6.- ¿Existe actualmente una actividad humana que modifique este tipo de vegetación (deforestación, incendios, construcción de casas, minas etc.)?  
Si (¿Cuál?)\_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_
- 7.- ¿Practica usted la agricultura o la ganadería como medio de subsistencia?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Si la respuesta a la pregunta anterior fue No, por favor salte a la pregunta 16.
- 8.- Practica:  
Sólo agricultura \_\_\_\_\_ Sólo ganadería \_\_\_\_\_ Ambas \_\_\_\_\_
- 9.- Esta actividad la realiza para:  
Autoconsumo \_\_\_\_\_ Comerciar \_\_\_\_\_ Ambas cosas \_\_\_\_\_
- 10.- ¿Existe alguna plaga u organismo que ataque a sus cultivos y/o animales?
- 11.- ¿Cómo afectan los incendios forestales a la tierra para cultivar?
- 12.- ¿Por cuánto tiempo un mismo terreno es fértil para el cultivo?
- 13.- ¿Por cuánto tiempo un mismo terreno es útil para criar ganado?
- 14.- ¿Cuáles son las principales dificultades que usted considera implica el practicar la agricultura y/o la ganadería en esta región?
- 15.- ¿Utiliza fertilizantes, cuáles?
- 16.- ¿Utiliza la población actualmente algún recurso de la Sierra? Por ejemplo:  
Plantas comestibles Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_  
Plantas medicinales Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_  
Madera/ Leña Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

Fibras	Si _____	No _____	No Sabe _____
Pieles	Si _____	No _____	No Sabe _____
Alimentos animales	Si _____	No _____	No Sabe _____
Hongos	Si _____	No _____	No Sabe _____
Tierra/Minerales	Si _____	No _____	No Sabe _____

17.-Considera que las visitas de turistas al Parque Sierra de Tepetzotlán son:

Buenas \_\_\_\_\_ Malas \_\_\_\_\_  
 Buenas por un lado y malas por otro \_\_\_\_\_ Por qué \_\_\_\_\_

18.-Los visitantes del lugar ¿Se llevan alguna planta, animal o algún otro recurso (tierra, rocas, etc.)?

19.- ¿Qué animales podían observarse en la región hace algún tiempo y ahora ya no?

20.- ¿Qué animales podemos observar actualmente en la región?

21.- ¿Está disminuyendo la fauna en este lugar, y si es así, a qué cree que se deba?

22.- ¿Considera importante la conservación de estos animales? ¿Por qué?

23.- ¿Existe algún animal en la región que represente una molestia o un peligro para usted y su familia?

24.- ¿Qué tan perjudiciales considera usted los incendios forestales?

Muy perjudiciales \_\_\_\_\_ Perjudiciales \_\_\_\_\_ Regulares \_\_\_\_\_  
 Buenos \_\_\_\_\_ Muy Buenos \_\_\_\_\_

25.- ¿Por qué?

26.-Alguno de estos servicios lo considera usted insuficiente:

( ) Vivienda ( ) Servicios médicos ( ) Otros \_\_\_\_\_  
 ( ) Recolección de basura ( ) Seguridad  
 ( ) Educación ( ) Drenaje

27.- ¿Carece de alguno de los servicios anteriormente mencionados? ¿Cuál?

28.- ¿Cómo dispone de la basura?

( ) Camión municipal  
 ( ) Incineración  
 ( ) Depósitos irregulares

29.- ¿El agua que consume proviene de?

( ) Pozo ( ) Tubería ( ) Otro  
 ( ) Manantial ( ) Río o arroyo

30.- ¿Cuándo lava usa detergente y/o jabón?

31.- ¿Usa leña como combustible o material de construcción, y si es así de qué árbol la saca?

*Gracias por su cooperación*

**ANEXO 1  
ENCUESTAS**

**Guardaparques**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**Facultad de Estudios Superiores – Iztacala**  
**BIOLOGÍA**  
Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán

Fecha \_\_\_\_\_

**Encuesta a guardabosques**

1. ¿Tiempo de laborar en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán?

\_\_\_\_\_

2. ¿Cuáles son las actividades que usted realiza?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son los horarios que se laboran?

\_\_\_\_\_

4. ¿Cómo considera el estado de esta Área Natural Protegida?

Intacto \_\_\_\_\_ Poco degradado \_\_\_\_\_ Degradado \_\_\_\_\_

Muy degradado \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

5. ¿Qué animales podían observarse en la región hace algún tiempo y ahora ya no?

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué animales puede observar actualmente en la región?

\_\_\_\_\_

7. ¿Esta disminuyendo la fauna del lugar, y si ese es el caso, a que cree que se deba?

\_\_\_\_\_

8. ¿Considera importante la conservación de estos animales? ¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Cuáles considera son las principales amenazas que afronta el parque Estatal Sierra de Tepetzotlán?

11. ¿Considera que los servicios con los que cuenta el parque son suficientes?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

12. ¿Qué servicios cree que se necesitan para conservar mejor el Parque?

\_\_\_\_\_

13. ¿Existen proyectos industriales de utilización de recursos provenientes del Parque?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

14. ¿Quién lo utiliza?

\_\_\_\_\_

15. ¿Cuál ese recurso y para que se utiliza?

\_\_\_\_\_

16. ¿Cuáles de los siguientes recursos son extraídos del parque?

Plantas comestibles \_\_\_\_\_

Plantas medicinales \_\_\_\_\_

Hongos \_\_\_\_\_

Leña \_\_\_\_\_

Madera \_\_\_\_\_

Aves \_\_\_\_\_

Conejos, ratones de campo \_\_\_\_\_

Reptiles \_\_\_\_\_

Tierra \_\_\_\_\_

Minerales \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

17. ¿Existe algún reglamento interno del parque?

Si \_\_\_\_\_ ¿Lo conoce, lo ha leído? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

18. ¿Cuáles son los incidentes mas frecuentes en el área?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

20. ¿Quién aplica las sanciones correspondientes?

---

---

---

21. ¿De acuerdo a su experiencia que medidas se deberían tomar para evitar dichos incidentes?

---

---

---

22. ¿Que propone para una mejor conservación y aprovechamiento del parque?

---

---

---

---

---

*Gracias por su cooperación*

## **ANEXO 1 ENCUESTAS**

### **Entrevista**

#### **REFORESTACIÓN**

¿Cada qué se realizan las campañas de reforestación?

¿Desde cuándo se realizan campañas de reforestación en el PEST?

¿Cuál es aproximadamente el número de árboles plantados por año?

¿De dónde provienen los árboles destinados a las campañas de reforestación?

¿Cuál es la capacidad de producción del nuevo vivero (es suficiente, o se complementa su producción con ssp. externas)?

¿Se da algún tipo de seguimiento, monitoreo o mantenimiento a los árboles plantados en campañas anteriores?

¿Qué especies se usan en la actualidad?

¿Qué especies de árbol es más resistente (es nativa o exótica)?

Las especies *Cassuarina sp.*, *Cupresus lindleyii*, *Pinus greggii*, *P. cembraides* y *Prosopis juliflora* ¿Son nativas o exóticas? ¿Por qué son las más utilizadas en la reforestación?

¿Qué especies se usaban anteriormente para la reforestación?

¿Se reforesta con policultivos o monocultivos?

¿Existen áreas semilleras dentro del PEST?

¿Cómo se determinan el lugar donde se reforestará (de acuerdo a las especies disponibles, lugares prioritarios, zonificación del Parque, etc.)?

¿Han existido dificultades por parte de los lugareños o propietarios para reforestar en un determinado sitio (Por la tenencia de la tierra o el uso de suelo)?

¿Existe algún tipo de criterio para determinar la distancia entre un los árboles sembrados?

¿En qué tipo de vegetación re realizan las reforestaciones?

¿Hay vigilancia especial para las áreas reforestadas?

¿De acuerdo con la zonificación del Parque contenida en el plan de manejo, en qué porción del mismo es posible aún reforestar? ¿Qué extensión de la superficie total del parque se pretende reforestar?

¿Existen mediciones sobre el ritmo de reforestación?

¿Existe forestación comercial en el PEST?

¿Se reproducen a especies en riesgo en el vivero local?

¿Existe un plan de reforestación a largo plazo?

¿Ha habido cambios importantes en la forma en que se realizaban las reforestaciones con respecto a las campañas actuales?

¿Principales dificultades que deben afrontarse durante las campañas de reforestación?

#### DEFORESTACIÓN, PLAGAS E INCENDIOS FORESTALES

¿En promedio, cuántos incendios forestales ocurren en el Parque anualmente?

¿Principales causas de los incendios forestales?

¿Se practica el sistema de rosa-tumba-quema al interior del Parque?

¿Por cuánto tiempo es cultivable una parcela de suelo trabajada con los métodos tradicionales de la región?

¿Con cuánto personal y equipo técnico cuentan para la prevención y el control de los incendios forestales?

¿En qué tipo de vegetación ocurren mayormente los incendios forestales?

¿Época del año en que son más frecuentes los incendios forestales?

¿Cómo se informan de los incendios forestales?

¿Cuáles son las principales causas de deforestación al interior del Parque (industrial, doméstica, agropecuaria, ordenar de acuerdo a su importancia)?

¿Cuáles son las especies de árboles más afectadas por la deforestación?

¿Cuáles son las plagas que afectan a la vegetación del Parque?

¿Cómo se combaten dichas plagas?

¿Hay árboles más resistentes al muérdago que otros?

¿Conocen de qué especies de muérdago se trata?

#### SUELOS, AGUA Y BIODIVERSIDAD

¿Principales agentes erosivos del suelo?

¿Se conoce el ritmo de cambio de uso de suelo?

¿Existen suelos tan severamente afectados que ya no sea posible restituir la cubierta vegetal?

¿Existen actividades encaminadas a la conservación del agua y el suelo?

¿Principales especies (de flora y fauna) que se extraen ilegalmente del Parque?

¿Los pobladores tienen problemas con algún animal nativo?

¿Existen problemas de fauna feral o introducida?

¿Existen proyectos de manejo sustentable de la fauna del Parque?

¿Qué especies de orquídeas hay en el Parque?

#### ACTIVIDADES AL INTERIOR DEL PARQUE

¿Qué actividades general los principales impactos ambientales?

¿Las actividades agropecuarias, son en su mayoría para autoconsumo o para comerciar?

¿Tipos de agricultura y ganadería que se practican en la región?

¿Principales cultivos de la región?

¿Los cultivos son de temporal o de riego?

¿Principales tipos de ganado que se encuentran al interior del Parque?

¿Qué tipo de ganado consideras más perjudicial para los recursos del parque?

¿Qué clase de aprovechamientos forestales (a nivel industrial) se dan en el PEST?

¿Existen proyectos destinados a impulsar este tipo de aprovechamiento actualmente?

¿Es legal alguna forma de extracción de materiales pétreos al interior del Parque?

¿Existen núcleos activos para el préstamo de materiales pétreos?

¿Si es así, existen medidas de regulación que mitiguen los impactos generados por dicha actividad?

¿Los visitantes del Parque le generan algún tipo de disturbio al PEST?

#### ADMINISTRACIÓN

¿Con cuántas personas cuenta el parque para su administración (vigilancia, mantenimiento, etc.)?

¿Con qué infraestructura cuenta el Parque?

¿Número anual de visitantes del Parque (distribución)?

¿Existe, actualmente, la realización de obra pública o privada que pueda afectar considerablemente al Parque?

¿Cómo se regulan los intereses entre la propiedad ejidal, el uso de suelo y el decreto del Parque Estatal?

¿Se desarrollan actividades de educación ambiental, hacia quién van dirigidas?

¿Ha resultado efectiva en la práctica de Zonificación del Parque contenida en el Plan de Manejo?

¿Se le ha dado seguimiento a la zonificación?

¿La vigilancia, el control de incendios y el resto de las actividades están organizadas con base en la zonificación?

¿En cual de las zonas del PEST ha resultado más difícil realizar los objetivos planteados y por qué?

¿Qué autoridad es responsable de aprobar un proyecto en la Zona de Proyectos?

¿Se realizan estrategias de restauración para las áreas sin actividad?

¿Las actividades realizadas en los territorios desafectados resultan perjudiciales para el PEST?

¿Se corre el riesgo de una nueva desafección?

¿Han tenido problemas con asentamientos irregulares?

¿Se realizan patrullajes para evitar asentamientos irregulares?

¿Existe un Patronato del Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán"? y si es así, ¿Cuáles son sus funciones?

¿Consideras que sería factible involucrar a la población local en actividades relacionadas con el la conservación del PEST? ¿Por qué?

¿Se llevan a cabo algún tipo de juntas o reuniones con otras autoridades y/o con la comunidad local de forma periódica? ¿Por qué?

¿Qué tan constante y fluida es la comunicación con las comunidades ejidales?

¿Existe renuncia por parte de algunos ejidatarios?

¿Existen intereses políticos opuestos a la declaración del Parque Estatal?

¿Principales conflictos que hayan ocurrido entre propietarios y autoridades en el pasado?

## ANEXO 2 LISTADOS

### Fauna

Abreviaturas de las Categorías de Riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001: E= probablemente extinta en su medio natural; P= peligro de extinción; A= amenazada y Pr = sujeta a protección especial.

<b>LISTADO TAXONÓMICO DE AVES</b>					
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Registro</b>	<b>Categoría de Riesgo</b>
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí	Campo	No tiene
		<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí	Bibliografía	No tiene
		<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí	Bibliografía	No tiene
		<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí	Bibliografía	No tiene
		<i>Heliathryx barroti</i>	Colibrí, hada enmascarada	Campo/Bibliografía	Pr
		<i>Hylocharis leocotis</i> Sinonimia: <i>H. Bassilina</i>	Colibrí	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Lampornis viridipallens</i>	Colibrí garganta verde	Campo/Bibliografía	Pr
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Chotacabras	Bibliografía	No tiene
		<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	Chotacabras	Bibliografía	No tiene
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Coconita	Campo	No tiene
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	Bibliografía	No tiene
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Bibliografía	No tiene
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	Campo/Bibliografía	No tiene
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i> Sinonimia: <i>B. hadropus</i>	Halcón cola roja	Campo/Bibliografía	No tiene
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote	Campo/Bibliografía	No tiene
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Trepatroncos	Campo/Bibliografía	No tiene
	Alaudidae	<i>Fremophila</i>	Alondra cornuda	Campo/Bibliografía	No tiene

		<i>alpestris</i>			
Cardinalidae		<i>Passerina caerulea</i>	Azulejo/Maicero	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Tigrillo	Bibliografía	No tiene
Corvidae		<i>Aphelocoma coerulescens</i>	Azulejo	Campo	No tiene
		<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Azulejo	Bibliografía	No tiene
		<i>Corvus corax</i>	Cuervo	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Cyanocitta stelleri</i>	Urraca	Bibliografía	No tiene
Emberizidae		<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrión bigotudo	Bibliografía	E/Endémica
		<i>Junco hyemalis</i>	Junco	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Junco phaeonotus</i>	Ojitos de lumbre	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Toquí	Bibliografía	Endémica
		<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión barbinegro	Bibliografía	No tiene
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión	Campo/Bibliografía	No tiene
Fringillidae		<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión	Campo/Bibliografía	No tiene
Hirundinadae		<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina	Bibliografía	No tiene
		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	Campo/Bibliografía	No tiene
Icteridae		<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Icterus parisorum</i>	Calandria	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Molothrus ater</i>	Tordo	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero gorgorjeador	Bibliografía	No tiene
Laniidae		<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	Campo/Bibliografía	No tiene
Mimidae		<i>Melanotis caerulescens</i>	Azulejo	Campo/Bibliografía	Endémica
		<i>Mimus</i>	Cenzontle	Campo/Bibliografía	No tiene

		<i>polyglottos</i>			
	Paridae	<i>Parus wollweberi</i>	Cara embozalada	Bibliografía	No tiene
	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons delatrii</i>	Chipe	Bibliografía	No tiene
		<i>Parula americana</i>	Chipe azul	Bibliografía	No tiene
		<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe	Bibliografía	No tiene
	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino	Bibliografía	Introducida
	Thraupidae	<i>Piranga flava</i>	Pájara vieja	Bibliografía	No tiene
		<i>Piranga olivacea</i>	Tangara	Bibliografía	No tiene
	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared risquero	Campo	No tiene
	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal, pechirrojo, primavera	Bibliografía	No tiene
		<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal	Bibliografía	No tiene
		<i>Catharus guttatus</i>	Zorzalita, colirrufo	Bibliografía	No tiene
		<i>Myadestes obscurus</i>	Clarín	Bibliografía	No tiene
	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Mosquero	Bibliografía	No tiene
		<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquero	Bibliografía	No tiene
		<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero	Bibliografía	No tiene
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fifí	Campo	No tiene
		<i>Tyrannus sp.</i>	Madrugador	Campo	No tiene
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Pájaro carpintero	Bibliografía	E/Endémica
Strigiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus vociferus</i>	Chotacabras	Bibliografía	No tiene
	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho	Bibliografía	A/Endémica

**LISTADO TAXONÓMICO DE MAMÍFEROS**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Registro</b>	<b>Categoría de Riesgo</b>
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans cagottis</i>	Coyote	Campo/Bibliografía	Endémica
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Campo/Bibliografía	No tiene
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	Bibliografía	No tiene
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura macroura</i>	Zorillo	Bibliografía	No tiene
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja, onzita	Campo/Bibliografía	No tiene
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	Campo/Bibliografía	Endémica
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis volans amotus</i>	Murciélago	Bibliografía	No tiene
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus mexicanus</i>	Armadillo	Campo/Bibliografía	No tiene
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana californica</i>	Tlacuache	Campo/Bibliografía	No tiene
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis callotis</i>	Liebre	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Campo/Bibliografía	No tiene
Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	Ratón	Bibliografía	No tiene
		<i>Reithrodontomys chrysopsis toltecus</i>	Ratón	Bibliografía	No tiene
	Muridae	<i>Baiomys taylori analogus</i>	Ratón pigmeo	Bibliografía	No tiene
		<i>Neotoma mexicana</i>	Rata	Bibliografía	No tiene
		<i>Neotoma mexicana torquata</i>	Rata	Bibliografía	No tiene
		<i>Peromyscus boylii levipes</i>	Ratón	Bibliografía	No tiene
		<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	Ratón	Bibliografía	Endémica
		<i>Peromyscus melanotis</i>	Ratón	Bibliografía	No tiene
		<i>Peromyscus truei gratus</i>	Ratón	Bibliografía	No tiene
	Sciuridae			Ardillas	Campo/Bibliografía
<i>Spermophilus mexicanus</i>		Hurón	Bibliografía	No tiene	

		<i>mexicanus</i>			
Soricomorpha	Soricidae		Musarañas	Campo/Bibliografía	

LISTADO TAXONÓMICO DE REPTILES					
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Registro	Categoría de Riesgo
Squamata	Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Falso escorpión	Bibliografía	Pr/Endémica
	Colubridae	<i>Conopsis biserialis</i>	Culebra de tierra	Bibliografía	A/Endémica
		<i>Conopsis lineata</i>	Culebra toluqueña	Bibliografía	No tiene
		<i>Conopsis nasus</i>	Culebra de tierra de nariz larga, culebra borreguera	Bibliografía	Endémica
		<i>Diadophis punctatus</i>	Culebra de collar, víbora de panza enchilada, coralillo	Bibliografía	No tiene
		<i>Lampropeltis mexicana</i>	Coralillo, falsa coral	Bibliografía	A/Endémica
		<i>Pituophis deppei</i>	Alicate, sincuote	Campo/Bibliografía	A/Endémica
		<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra rayada	Bibliografía	Pr/Endémica
		<i>Storeria storerioides</i>	Culebra	Bibliografía	Endémica
		<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra de agua	Bibliografía	A/Endémica
		<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	Bibliografía	A/Endémica
		<i>Thamnophis melanogaster</i>	Víbora de agua, culebra negra	Bibliografía	Endémica
		<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra de agua	Bibliografía	Endémica
		<i>Thamnophis scaliger</i>	Culebra listonada de montaña, cola larga	Bibliografía	A/Endémica
		Scincidae	<i>Eumeces copei</i>	Lincer	Bibliografía
	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Falso camaleón	Campo/Bibliografía	A/Endémica
<i>Sceloporus</i>		Lagartija	Bibliografía	Endémica	

		<i>aeneus</i>			
		<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija	Bibliografía	Endémica
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija	Campo/Bibliografía	Pr
		<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija escamosa	Bibliografía	Endémica
		<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija llanera	Campo/Bibliografía	No tiene
		<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija escamuda, ticushe	Campo/Bibliografía	Endémica
		<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartijo escamudo collarejo, lagartija de collar	Campo/Bibliografía	Endémica
	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de cola negra	Campo/Bibliografía	Pr
		<i>Crotalus polystictus</i>	Víbora de cascabel	Bibliografía	Pr/Endémica
		<i>Crotalus triseratus</i>	Víbora de cascabel	Bibliografía	Pr

LISTADO TAXONÓMICO DE ANFIBIOS					
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Registro	Categoría de Riesgo
Anura	Bufoidea	<i>Ollotis occidentalis</i> ( <i>Bufo occidentalis</i> )	Sapo	Campo/Bibliografía	Endémico
	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Sapo, sapito de los arroyos	Bibliografía	No tiene
		<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	Bibliografía	No tiene
		<i>Hyla plicata</i>	Ranita de árbol	Bibliografía	A/Endémica
	Pelobatidae	<i>Spea multiplicata</i>	Sapito	Bibliografía	No tiene
	Ranidae	<i>Rana spectabilis</i>	Rana	Bibliografía	No tiene
Caudata	Plethodontidae	<i>Chripterotriton chiropterus</i>	Tlaconete	Bibliografía	Pr/Endémica
		<i>Pseudoeurycea belli</i>	Tlaconete pinto	Bibliografía	A/Endémica
		<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	Tlaconete	Bibliografía	A/Endémica

## Flora

<b>LISTADO TAXONÓMICO DE PLANTAS VASCULARES</b>			
<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Registro</b>	<b>Categoría de Riesgo</b>
<b>ADIANTACEAE</b>			
<i>Adiantum capillus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Cheilanthes bonarensis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Cheilantes mexicana</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Pellaea saggitata var. cordata</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Notholaena aurea</i>		Bibliografía	No tiene
<b>AGAVACEAE</b>			
<i>Agave salmiena</i>	Agave	Campo	No tiene
<b>AMARANTHACEAE</b>			
<i>Iresine difusa</i>		Bibliografía	No tiene
<b>AMARYLLIDACEAE</b>			
<i>Sperekelia formosissima</i>		Bibliografía	No tiene
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Rhus standleyi</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Schinus molle</i>	Pirul	Campo/Bibliografía	No tiene
<b>ASCLEPIADACEAE</b>			
<i>Asclepias linaria</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Asclepias notha</i>		Bibliografía	No tiene
<b>BEGONIACEAE</b>			
<i>Begonia gracilis</i>		Bibliografía	No tiene
<b>BERBERIDACEAE</b>			
<i>Berberis moranesis</i>		Bibliografía	No tiene
<b>BETULACEAE</b>			
<i>Alnus adcuminata ssp. glabrata</i>	Aile	Campo/Bibliografía	No tiene
<b>CACTACEAE</b>			
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche, entraña o cardón	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Echinocereus sp.</i>		Bibliografía	
<i>Helicocereus sp.</i>		Bibliografía	
<i>Mammillaria discolor</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Mammillaria elegans</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Mammillaria magnimmama</i>		Campo/Bibliografía	No tiene

<i>Opuntia megacantha</i>		Campo	No tiene
<i>Opuntia robusta</i>		Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Opuntia streptacantha</i>		Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Opuntia tomentosa</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Opuntia tunicata</i>		Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Stenocactus sp.</i>		Campo	Endémica
CAMPANULACEAE			
<i>Lobelia cardinalis var. Graminea</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Lobelia laxiflora var. angustiflora</i>		Bibliografía	No tiene
CAPRIFOLIACEAE			
<i>Lonicera mexicana</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>		Bibliografía	No tiene
CARYOPHYLLACEAE			
<i>Cerastium brachypodum</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Silence laciniata</i>		Bibliografía	No tiene
CISTACEAE			
<i>Helianthemum glomeratum</i>		Bibliografía	No tiene
CLETHRACEAE			
<i>Clethra mexicana</i>		Bibliografía	No tiene
COMPOSITAE			
<i>Artemisa mexicana ssp. ludoviciana</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Aster moranensis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Aster subulatus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Baccharis conferta</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Baccharis pteronioides</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Bidens pilosa</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Brickelia veronicifolia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Cirsium pinetorum</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Cosmos bipinnatus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Dahlia coccinea</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Erigeron delphinifolius</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Eupatorium areolare</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Eupatorium glabratum</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Eupatorium petiolare</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Eupatorium pycnocephalum</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Gnaphalium attenuatus</i>		Bibliografía	No tiene

<i>Pinaropappus roseus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Piqueria trinervia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Senecia albo-lutences</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Senecio albonervius</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Senecio barba-johannis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Senecio praecox</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Senecio salignus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Simsia amplexicaulis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Sonchus oleraceus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Stevia jorullensis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Vegetes erecta</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Tagetes lucida</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Taraxacum officinale</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Tithonia tubiformis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Vernonia uniflora</i>		Bibliografía	No tiene
CONVULVULACEAE			
<i>Dichondra argentea</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Ipomea stans</i>		Bibliografía	No tiene
CORNACEAE			
<i>Cornus excelsa</i>		Bibliografía	No tiene
CRASSULACEAE			
<i>Echeveria aff. Mucronata</i>		Campo/Bibliografía	No tiene
CRUCIFERAE			
<i>Eruca sativa</i>		Bibliografía	No tiene
CYPERACEAE			
<i>Uncinia hamaca</i>		Bibliografía	No tiene
ERICACEAE			
<i>Arbutus tessellata</i>		Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Arbutus xalapensis</i>		Campo/Bibliografía	No tiene
EUPHORBIACEAE			
<i>Stillingia zelayensis</i>		Bibliografía	No tiene
EQUISETACEAE			
<i>Equisetum giganteum</i>		Bibliografía	No tiene
FAGACEAE			
<i>Quercus castanea</i> Sinonimia: <i>Quercus pulchella</i>	Encino amarillo	Campo/Bibliografía	No tiene

<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus crassipes</i> Sinonimia: <i>Quercus mexicana</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus deserticola</i> Sinonimia: <i>Quercus texcocana</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus frutex</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus laeta</i> Sinonimia: <i>Quercus centralis</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus laurina</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus aff. Mexicana</i>	Encino	Bibliografía	No tiene
<i>Quercus microphylla</i>	Encino rastrero	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus obtusata</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Quercus rugosa</i>	Encino	Campo/Bibliografía	No tiene
GARRYACEAE			
<i>Garrya laurifolia</i>		Bibliografía	No tiene
GRAMINEAE			
<i>Andropogon perforatus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Andropogon sp.</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Aristida adscencionis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Aristida divaricata</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Avena sativa</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Boutelouca chondrosioides</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Boutelouca curtipendula</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Boutelouca hirsuta</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Boutelouca radicata</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Urochloa meziana</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Chloris submitica</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Chloris virgata</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Digitaria sp.</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Heteropogon contortus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Lycurus pheoides</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Muhlenbergia distans</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Muhlenbergia dubia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Muhlenbergia rigida</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Muhlenbergia aff rigida</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Muhlenbergia sp.</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Panicum bulbosum</i>		Bibliografía	No tiene

<i>Pennisetum villosum</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Setaria lutescens</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Setaria verticillata</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Sporobolus indicus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Stipa ichu</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Stipa mucronata</i>		Bibliografía	No tiene
LABIATAE			
<i>Cunila lythrifolia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Salvia mexicana</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Salvia polystachya</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Salvia tiliifolia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Stachys coccinea</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Stachys parvifolia</i>		Bibliografía	No tiene
LEGUMINOSEAE			
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Acacia filicoides</i>	Acacia	Bibliografía	No tiene
<i>Acacia schaffneri</i>	Acacia	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Brongniartia lupinoides</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Calliandra grandiflora</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Cologania angustiflora</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Dalea brachystachys</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Dalea minutifolia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Dalea sericea</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Desmodium sp.</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Bibliografía	No tiene
<i>Lupinus campestris</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Medicago denticulata</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Mimosa aculeaticarpa var. biuncifera</i>	Uña de gato	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Senna multiglandulosa</i>		Bibliografía	No tiene
LILIACEAE			
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Chucharilla	Campo	A/Endémica
LOGANIACEAE			
<i>Buddleia cordata</i>	Tepozan	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Buddleia parviflora</i>	Tepozan	Bibliografía	No tiene
<i>Buddleia perfoliata</i>	Tepozan	Bibliografía	No tiene

<i>Buddleia sessiliflora</i>	Tepozan	Bibliografía	No tiene
LORANTHACEAE			
<i>Arceuthobium vaginatum</i>		Bibliografía	No tiene
LYTHRACEAE			
<i>Lythruim gracile</i>		Bibliografía	No tiene
MARTYNIACEAE			
<i>Proboscidea louisianica ssp. Fragrans</i>		Bibliografía	No tiene
NYMPHACEAE			
<i>Nymphaea mexicana</i>	Lirio amarillo	Bibliografía	A
OLEACEAE			
<i>Menodora helianthemoides</i>		Bibliografía	No tiene
ONAGRACEAE			
<i>Fuchsia thymifolia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Lopezia racemosa</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Oenothera purpusii</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Oenothera rosea</i>		Bibliografía	No tiene
ORCHIDACEAE			
<i>Spiranthes cinnabarina</i>		Bibliografía	No tiene
PHYTOLACACEAE			
<i>Phytolacca icosandra</i>		Bibliografía	No tiene
PINACEAE			
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chino	Campo/Bibliografía	Endémica
<i>Pinus montezumae</i>	Ocote	Campo/Bibliografía	Endémica
PLANTAGINACEAE			
<i>Plantago major</i>		Bibliografía	No tiene
POLEMONIACEAE			
<i>Loeselia coerulea</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Loeselia mexicana</i>		Bibliografía	No tiene
POLYGONACEAE			
<i>Rumex flexicaulis</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Rumex mexicanus</i>		Bibliografía	No tiene
POLYPODIACEAE			
<i>Polypodium guttatum</i>		Bibliografía	No tiene
RANUNCULACEAE			
<i>Thalictrum gibbosum</i>		Bibliografía	No tiene

<i>Ranunculus dichotomus</i>		Bibliografía	No tiene
ROSACEAE			
<i>Amelanchier denticulada</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Cercocarpus macrophyllus</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Crataegus mexicana</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Prunas serotina ssp. capuli</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Rosa canina</i>		Bibliografía	No tiene
RUBIACEAE			
<i>Bouvardia longiflora</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Bouvardia terniflora</i>		Bibliografía	No tiene
SALICACEAE			
<i>Salix paradoxa</i>		Bibliografía	No tiene
SAXIFRAGACEAE			
<i>Heuchera orizabensis</i>		Bibliografía	No tiene
SCROPHULARIACEAE			
<i>Castilleja tenuiflora</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Lamourouxia rhinanthifolia</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Penstemon campanulatus</i>		Bibliografía	No tiene
SOLANACEAE			
<i>Datura stramonium</i>		Bibliografía	No tiene
<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	Campo/Bibliografía	No tiene
<i>Solanum rostratum</i>		Bibliografía	No tiene
UMBELLIFERAE			
<i>Eryngium serratum</i>		Bibliografía	No tiene
URTICACEAE			
<i>Urtica subincisa</i>		Bibliografía	No tiene

LISTADO TAXONÓMICO DE HONGOS MACROMICETOS		
Nombre científico	Registro	Categoría de riesgo
AGARICACEAE		
<i>Agaricus campestris</i> L.:Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Chlorophyllum molibdites</i> (meyer: Fr.) Mass.	Bibliografía	No tiene
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop. : Fr.) Sing.	Bibliografía	No tiene
AMANITACEAE		

<i>Amanita caesarea</i> (Scop.:Fr.) Pers.	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita citrina</i> (Schw.) Pers.	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita flavoconia</i> Atk.	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita flavorubens</i> (Berk. & Mont.) Gilb.	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gill.	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita pantherina</i> (DC.: Fr.) Scum.	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita rubescens</i> (Pers.: Fr.) S.F. Gray	Bibliografía	No tiene
<i>Amanita vaginata</i> (Bull. : Fr.) BIT.	Bibliografía	No tiene
ASTRAEACEAE		
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg.	Bibliografía	No tiene
BANKERACEAE		
<i>Phellodon exentri-mexicana</i> Baird.	Bibliografía	No tiene
<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P. Karst.	Bibliografía	No tiene
BOLETACEAE		
<i>Boletus edulis</i> Bull. : Fr.	Bibliografía	A
<i>Boletus erythropus</i> (Fr. : Fr.) Pers.	Bibliografía	No tiene
<i>Boletus griseus</i> Frost. Apud peck.	Bibliografía	No tiene
<i>Boletus pseudoseparans</i> Grand & Smith	Bibliografía	No tiene
<i>Boletus rubellus</i> Krombh. Ssp fraternus (Peck) Sing.	Bibliografía	No tiene
<i>Boletus separans</i> Peck	Bibliografía	No tiene
<i>Leccinum aurantiacum</i> (Bull. Ex St. Am.) S.F. Gray	Bibliografía	No tiene
CANTHARELLACEAE		
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Cantharellus cinnabarinus</i> Schw.	Bibliografía	No tiene
<i>Cantharellus odoratus</i> (Schw.) Fr.	Bibliografía	No tiene
CLAVICIPITACEAE		
<i>Cordyceps militaris</i> (L. ex St. Am.) Link	Bibliografía	No tiene
DACRYMYCETACEAE		

<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schw.) Martin	Bibliografía	No tiene
ENTOLOMATACEAE		
<i>Clitopilus prunulus</i> (Fr. : Rabh.) Kumm.	Bibliografía	No tiene
EXIDIACEAE		
<i>Tremellodendron schweinitzii</i> (Pk.) Atk.	Bibliografía	No tiene
GANODEMATACEAE		
<i>Ganoderma curtisii</i> (Berk.) murr.	Bibliografía	No tiene
<i>Ganoderma lobatum</i> (Schw.) Atk.	Bibliografía	No tiene
HELVELLACEAE		
<i>Helvella crispa</i> Scop. : Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Macropodia macropus</i> (Fr.) Fuck.	Bibliografía	No tiene
<i>Paxina acetabulum</i> (L. ex St. Am.) Kunt.	Bibliografía	No tiene
HYGROPHORACEAE		
<i>Hygrophorus sordidus</i> peck.	Bibliografía	No tiene
HYMENOCHAETACEAE		
<i>Coltricia focicola</i> (Berk. & Curt.) Murr.	Bibliografía	No tiene
<i>Inonotus dryadeus</i> (Pers. & Fr.) Murr.	Bibliografía	No tiene
HYPOCREACEAE		
<i>Hipomyces lactifluorum</i> (Schw.) Tulasne	Bibliografía	No tiene
LYCOPERDACEAE		
<i>Arachnion album</i> Schw.	Bibliografía	No tiene
<i>Calvatia gigantean</i> (Pres.) Lloyd	Bibliografía	No tiene
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	Bibliografía	No tiene
<i>Lycoperdon periforme</i> Schaeff. : Pers.	Bibliografía	No tiene
<i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.	Bibliografía	No tiene
MERULIACEAE		
<i>Merullius tremellosus</i> Schrad.	Bibliografía	No tiene
NIDULARIACEAE		
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schw.) De Toni	Bibliografía	No tiene
OTIDIACEAE		

<i>Scutellina acutellata</i> (L. ex St. Am.) Lamb.	Bibliografía	No tiene
PHALLACEAE		
<i>Phallus hadriani</i> Vent. : Pers.	Bibliografía	No tiene
POLYPORACEAE		
<i>Abortiporus biennis</i> (Bull. : Fr.) Sing.	Bibliografía	No tiene
<i>Gloeophyllum mexicanum</i> (Mont.) Ryv.	Bibliografía	No tiene
<i>Hapalopilus nidulans</i> (Fr.) Karst.	Bibliografía	No tiene
<i>Hexagonia tenuis</i> (Hook.) Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i> (Fr.) Reid	Bibliografía	No tiene
<i>Polyporus arcularius</i> Batsch : Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Trametes versicolor</i> (L. : Fr.) Ryv.	Bibliografía	No tiene
RUSSULACEAE		
<i>Lactarius chysorheus</i> Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Lactarius indigo</i> Schw. : Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Russula brevipes</i> Peck	Bibliografía	No tiene
SCHYZOPHYLLACEAE		
<i>Schyzophyllum commune</i> Fr.	Bibliografía	No tiene
SCLERODERMATACEAE		
<i>Pisolithus tinctorius</i> (Pers.) Coker et Couch	Bibliografía	No tiene
<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb.	Bibliografía	No tiene
STERACEAE		
<i>Stereum guasapatum</i> (Fr.) Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Stereum ochraceoflavium</i> (Schw.) Ell.	Bibliografía	No tiene
STROBILOMYCETACEAE		
<i>Strobilomyces confuses</i> Sing.	Bibliografía	No tiene
<i>Strobilomyces floccopus</i> (Vahl. : Fr.) Karst.	Bibliografía	No tiene
<i>Tylopilus alboater</i> (Schw.) Murr.	Bibliografía	No tiene
<i>Tylopilus felleus</i> (Bull. : Fr.) Karst.	Bibliografía	No tiene

STROPHARIACEAE		
<i>Panaeolus foenisecii</i> (Pers. :Fr.) Kühn.	Bibliografía	No tiene
<i>Panaeolus sphinctrinus</i> (Fr.) Quél. Var <i>sphinctrinus</i>	Bibliografía	No tiene
<i>Psilocybe coprophila</i> (Bull. : Fr.) Kumm.	Bibliografía	No tiene
<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch : Fr.) Quél.	Bibliografía	No tiene
THELEPHORACEA		
<i>Sarcodon imbricatus</i> (L. : Fr.) P. Karst.	Bibliografía	No tiene
TREMELLACEAE		
<i>Tremella fimbriata</i> Fr.	Bibliografía	No tiene
TRICHOLOMATACEAE		
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl. : Fr.) Karst.	Bibliografía	No tiene
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers. : Fr.) Kumm.	Bibliografía	No tiene
<i>Collybia butyracea</i> (Bull. : Fr.) Quél.	Bibliografía	No tiene
<i>Collybia confluens</i> (Pers. : Fr.) Kumm.	Bibliografía	No tiene
<i>Collybia dryophilia</i> (Bull. : Fr.) Kumm	Bibliografía	No tiene
<i>Laccaria amethystine</i> (Bolt. Ex Hook.) Murr.	Bibliografía	No tiene
<i>Laccaria laccata</i> (Scop. : Fr.) Berk. Et Br.	Bibliografía	No tiene
<i>Marasmius rotula</i> (L. : Fr.) Fr.	Bibliografía	No tiene
<i>Omphalotus mexicanus</i> Guzmán	Bibliografía	No tiene
<i>Pleurotus cornucopiae</i> (Paul. : Pers.) Gill.	Bibliografía	No tiene
<i>Xerophalina tenuipes</i> (Scw.) Smith	Bibliografía	No tiene
USTILAGINACEAE		
<i>Ustilago maydis</i> (D.C.) Coda	Bibliografía	No tiene
XEROCOMACEAE		
<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull ex St. Am.) Quél.	Bibliografía	No tiene

<b>LISTADO TAXONÓMICO DE LÍQUENES</b>		
<b>Nombre científico</b>	<b>Registro</b>	<b>Categoría de riesgo</b>
PARMELIACEAE		
<i>Punctelia subrudecta</i>	Campo	No tiene
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	Campo	No tiene
<i>Cetrelia chicitae</i>	Campo	No tiene
CANDELARIACEAE		
<i>Candelaria concolor</i>	Campo	No tiene