



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PARQUE ECOLÓGICO
“ARCOS DEL SITIO” TEPOTZOTLÁN, ESTADO DE
MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

P R E S E N T A

ROLANDO FLORES CASAS

DIRECTOR DE TESIS: Biol. Ángel Moran
Silva



LOS REYES IZTACALA, 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

A la Universidad Nacional Autónoma de México: por haber sido la sede de mi formación y a la FES-I por dejarme ser parte de su comunidad y por albergar a la mejor carrera: Biología.

A mi Director de Tesis: Ángel Morán Silva, por haber dirigido este trabajo, por haber sido un profesor que influyó enormemente en mi formación como biólogo, por no haber perdido la paciencia y por motivarme desde siempre a alcanzar mi titulación. Muchas gracias.

A mis sinodales: Jonathan Franco López, Tizoc Altamirano Álvarez y Rodolfo García Collazo. Escuchar sus sugerencias y comentarios fue siempre una motivación para seguir adelante.

Al profesor: Raymundo Montoya Ayala, por haberme enseñado la importancia de los SIGs. Gracias profesor.

A todos los profesores a lo largo de la carrera: Gracias por haberme formado como Biólogo y que, a pesar de discusiones y una que otra pelea, dejaron parte de su sabiduría y experiencias en mi. Muchas gracias a todos mis profesores.

A la Jefatura de Ecología del Municipio de Tepetzotlán: Gracias por haberse interesado en mi proyecto y por otorgarme la información necesaria para realizar el trabajo.

A todos los amigos y compañeros de la carrera: Muchas gracias a todos ustedes que compartimos una inmensa cantidad de experiencias en la escuela, en las fiestas, en mi casa, en los viajes de práctica, etc. Gracias a todos por dejarme estos recuerdos.

ÍNDICE

Resumen	5
Introducción	7
Antecedentes	12
Objetivos	13
Área de Estudio	14
Material y Método	30
Resultados	35
Localización geográfica.....	36
Presión.....	40
Estado.....	51
Matriz de Leopold.....	62
Matriz de McHarg.....	65
Redes de Sorensen.....	67
Respuesta.....	71
Marco Jurídico.....	71
Indicadores de Desarrollo Sustentable.....	79
Discusión	80
Acciones Propuestas.....	88
Conclusiones	91
Referencias	92
Anexo 1	95
Anexo 2	98

RESUMEN

Debido a la necesidad de considerar al desarrollo sustentable y la conservación de los recursos como garantía de desarrollo sólido, estable y continuo en un país; surgen diversas herramientas para analizar la problemática ambiental actual. Una de estas es el diagnóstico ambiental, el cual se basa en detectar la problemática de un lugar en base al mal uso y aprovechamiento de los recursos.

Este trabajo se realizó en el Parque Ecológico “Arcos del Sitio”, localizado en el municipio de Tepotzotlán, Estado de México. Dicho parque se encuentra dentro del área natural protegida llamada Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán, por lo cual surge el interés de conocer el estado ambiental de sus recursos.

El objetivo de este trabajo fue elaborar un diagnóstico ambiental en el parque ecológico “Arcos del Sitio” basado en el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual consiste en lo siguiente: las actividades humanas ejercen presión (Presión) sobre el ambiente, con lo que se cambia la calidad, cantidad y disponibilidad de los recursos (Estado). La sociedad responde a esto, a través de políticas ambientales, sectoriales y económicas (Respuesta) con el fin de mitigar o disminuir los deterioros.

Se realizaron recorridos en el área de estudio y sus alrededores para detectar las actividades humanas que deterioran el ambiente. Se obtuvieron registros florísticos y faunísticos, y se consideró la instrumentación política y legislación aplicable para la restauración ambiental.

Las actividades generadoras de mayor deterioro ambiental fueron las siguientes: generación de residuos, extracción de flora y fauna silvestre, extracción de materiales pétreos y asentamientos irregulares. Se registraron especies bajo protección de la NOM-059-ECOL-2001 como: *Lampornis viridipalens*, *Heliothrix*

barrioti, Accipiter striatus, A. cooperi, A. gentilis, Buteo jamaicensis, Phrynosoma obiculare, Sciurus griseus.

La generación de residuos presenta el problema con mayor magnitud dentro del parque, causado principalmente por la irregularidad de los periodos de colecta, lo cual produce una sobre acumulación que contamina al suelo y los cuerpos de agua cercanos, y dado que se almacenan en un depósito a cielo abierto, produce concentración de olores desagradables y concentración de fauna nociva.

En conclusión, el parque ecológico “Arcos del Sitio” presenta, de manera general, poco deterioro en sus recursos ambientales. Sin embargo, existen ciertas presiones que afectan de manera directa e indirecta la estabilidad ecológica del sistema ambiental, por lo que es necesario que la administración del parque tenga una participación activa para la resolución de la problemática que hasta el momento se presenta.

Introducción

Durante la década de los años setenta, con las primeras conferencias y reuniones sobre el ambiente, cobró un amplio reconocimiento la necesidad de incorporar la variable ambiental como factor de garantía del progreso, ya que se detectaba un agravamiento de los problemas ambientales tanto globales, nacionales, regionales y locales. Además, la utilización racional de los recursos no se consideraba como variable de importancia para lograr un desarrollo estable y continuo. Es así como se origina el término de desarrollo sustentable para resaltar la necesidad de incorporar variables ambientales en una concepción global y para postular que no puede haber desarrollo sólido y estable si no existe una preocupación social por la conservación ambiental (García, 2004).

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), define el desarrollo sustentable como “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.” (LGEEPA, 1988).

De acuerdo con la OCDE (1993), un indicador puede definirse, de manera general como un parámetro o valor, derivado de parámetros generales, que señala o provee información o describe el estado de un fenómeno dado del ambiente o un área específica, con un significado que trasciende el valor específico del parámetro (INE, 1999)

Por ejemplo, el índice nacional de precipitación pluvial mensual es un indicador ambiental que se define como el promedio nacional mensual de precipitaciones, ponderado por el promedio de precipitaciones a largo plazo y tiene como propósito

medir la disponibilidad de agua en los países afectados por la desertificación o la sequía. Otro indicador es el cambio en el uso del suelo, que es la superficie total afectada en hectáreas como porcentaje de la superficie total de tierras y su propósito es poner de manifiesto los cambios en los usos de producción o protección de los recursos de la tierra a fin de facilitar la planificación y el desarrollo de políticas sustentables con respecto al uso de la tierra (INEGI, 2000).

Existen diversos modelos o esquemas en los que los indicadores pueden ser desarrollados y organizados. No existe un modelo único que genere indicadores para cada propósito. Un modelo puede cambiar con el paso del tiempo a manera de que el entendimiento científico sobre la problemática ambiental se incrementa. El modelo Presión-Estado-Respuesta (Fig. 1) (PER) ha sido utilizado dentro del contexto de trabajo del estado ambiental de los recursos. El modelo PER se basa en el concepto de causalidad: las actividades humanas ejercen presión (Presión) sobre el ambiente, con lo que cambia la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado). La sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, sectoriales y económicas (Respuesta). En un sentido más amplio, estos pasos forman parte de un ciclo ambiental que incluye la percepción de problemas, la formulación de políticas, el monitoreo y su evaluación (OCDE, 1993).

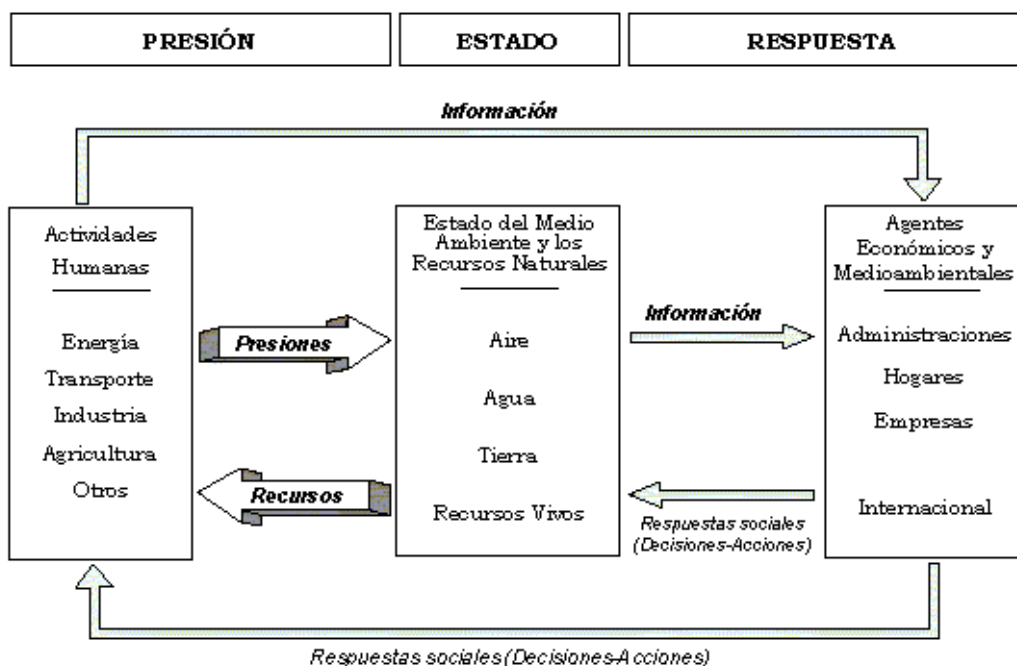


Figura 1. Modelo Presión-Estado-Respuesta

El uso de indicadores puede ayudar con análisis generales de las siguientes áreas:

- Evaluación del desempeño: Los indicadores ayudan a evaluar el desempeño si la base para la comparación está claramente identificada, por ejemplo, cuando un objetivo es especificado en procesos políticos.
- Umbrales: Los umbrales son únicos y son tal vez la base más importante de valoración. En general, el cruce de un umbral claramente definido de sustentabilidad, debería enviar un mensaje obvio a los diseñadores de políticas y a la sociedad en general.
- Curvas causales: Los indicadores son importantes para apoyar demandas por causalidad, tales como los vínculos entre presiones y condiciones medioambientales.
- Construcción de modelos y análisis de escenarios: Los indicadores proporcionan datos reales y apoyan pruebas de campo de modelos y escenarios futuros posibles (Pinter *et al*, 1999).

De esta manera, el desarrollo de indicadores ambientales se ha dirigido principalmente hacia la consecución de tres objetivos ambientales para alcanzar el desarrollo sustentable: (INE, 1999)

1. Proteger la salud humana y bienestar general de la población
2. Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos
3. Conservar la integridad de los ecosistemas

En México, la falta de un marco metodológico común trae como consecuencia, la existencia de datos incompatibles y de calidad dudosa e información inaccesible a los usuarios. Estos factores incrementan la dificultad de hacer válida y accesible mucha de la información ambiental, que es cada vez más necesaria en la toma de decisiones, en la planificación y elaboración de políticas y estrategias de desarrollo (Wingorad *et al*, 1995).

Existen diversas herramientas para analizar el desarrollo sustentable del ambiente y sus recursos naturales. Una de estas herramientas es la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Se utiliza para describir los impactos ambientales (cuando una acción, actividad, plan, programa o proyecto produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o alguno de los componentes del medio) resultantes de los proyectos de ingeniería, de obras o actividades humanas de cualquier tipo, tanto los impactos causados por los procesos productivos, como los productos de esa actividad.

Wathern define a un impacto ambiental como “el cambio de un parámetro ambiental, en un determinado periodo y una determinada área, que resulta de una actividad dada, comparado con la situación que ocurriría si esa actividad no hubiera sido iniciada” (Wathern, 1988). (Fig. 2).

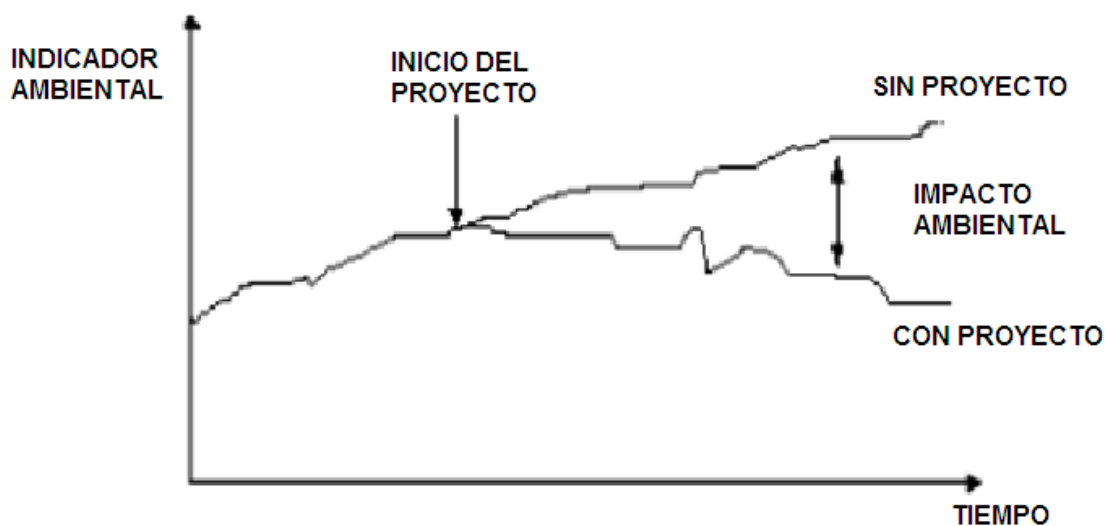


Figura 2. Concepto de impacto ambiental propuesto por Wathern(1988).

Para que se pueda dar una visión razonablemente completa de la EIA, es preciso utilizar dos enfoques distintos pero complementarios. El primer enfoque estudia el proceso de la evaluación, es decir, los procedimientos y las diferentes actividades que deberán ser ejecutadas para identificar, prever y evaluar la importancia de las

consecuencias futuras de las decisiones actuales. El segundo enfoque se centra en los métodos y las herramientas de identificación, previsión y evaluación de los impactos ambientales y, en particular, la realización del estudio de impacto ambiental (Sánchez, 1997).

En conclusión, la EIA es un proceso destinado a mejorar el sistema de toma de decisiones y está orientado a garantizar que las opciones de los proyectos en consideración sean ambiental y socialmente sostenibles (García, 2004).

Por otro lado, un diagnóstico ambiental es un instrumento de evaluación que se encarga de detectar la problemática de un lugar en base al mal uso y aprovechamiento de los recursos; para que de esta manera, se puedan proponer acciones que mitiguen los impactos (Quiroz Ayala, 2002).

El diagnóstico ambiental está constituido por un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental en el ámbito territorial local. Para que el Diagnóstico Ambiental no se reduzca a un mero inventario de datos sin valor operativo, se entiende que el proceso debe incluir una propuesta realista de acciones de mejora que resuelva los problemas diagnosticados y un sistema de parámetros que permitan su medición, control y seguimiento. La determinación clara y el liderazgo del proceso por parte de los representantes políticos, constituye un elemento esencial en su desarrollo (SEMARNAP, 1997.)

La realización de un Diagnóstico Ambiental ofrece:

- El conocimiento del estado ambiental de territorio municipal a partir del cual podemos definir una correcta política ambiental que haga posible el desarrollo sostenible de los recursos.
- La identificación de aquellas incidencias ambientales que afectan a la Entidad Local, con el objetivo de subsanarlas.

- Conocer el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.
- Proporcionar a la Entidad Local un punto de arranque para la ejecución y establecimiento de actuaciones ambientales en el territorio (proyectos, estudios, organización interna).
- Facilitar la puesta en marcha de los sistemas de participación ciudadana (SEMARNAT, 2002).

Antecedentes

García (2004) realizó un trabajo en el que pondera la viabilidad de análisis multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales como una herramienta de ayuda para la toma de decisiones sobre las posibles alternativas en espera de tener como resultado un instrumento imparcial que concilie los diversos puntos de vista (político, económico, social, ético, etc.) y encuentren un punto de convergencia.

En Junio del 2000, el INEGI y el INE realizaron un trabajo en el que ponen a prueba 134 indicadores de desarrollo sustentable de México, con el objetivo de contribuir al conocimiento de la problemática de sustentabilidad en el país y sentar bases metodológicas para la elaboración y actualización de estos indicadores.

El gobierno del Estado de México en el año del 2007 realizó en el municipio de Tultitlán un diagnóstico ambiental de las obras de basura del tiradero municipal, construcción y operación de una planta de procesamiento de residuos sólidos y saneamiento del sitio donde se ubicó Cromatos de México con el objetivo de proponer medidas de prevención y restauración ambiental en el plan de desarrollo urbano de dicho municipio.

Objetivos

General:

- Elaborar un diagnóstico ambiental en el Parque Ecológico “Arcos del sitio” en el municipio de Tepetzotlán, Estado de México.

Particulares:

- Conocer el estado ambiental de los recursos naturales del parque.
- Registrar las principales actividades y factores que afectan al parque.
- Identificar los deterioros ambientales generados por las actividades llevadas a cabo en el parque.
- Proponer los principales indicadores ambientales para la zona de estudio.
- Realizar el diagnóstico ambiental en base al modelo Presión-Estado-Respuesta del parque ecológico “Arcos del sitio”.
- Colaborar en la toma de decisiones para el aprovechamiento y desarrollo sustentable del parque ecológico “Arcos del Sitio”.

Materiales y Método

Se realizaron recorridos en el área de estudio y en sus alrededores para identificar los recursos ambientales con los cuales cuenta el parque y las principales actividades que se llevan a cabo. Para apoyar esta información, se hicieron entrevistas a las autoridades del parque y del municipio de Tepotzotlán para obtener información acerca de programas de desarrollo y protección ambiental. De la misma manera, se utilizó cartografía especializada del parque para facilitar la ubicación del mismo y evaluar la problemática ambiental.

Se realizaron muestreos de vegetación por medio de cuadrantes en áreas visiblemente mejor conservadas para identificar cuáles son los recursos florísticos con los que cuenta el parque y determinar el estado en el que se encuentran (Steubing, L. 2002). Se tomó registro fotográfico de estos recursos. Cada punto de muestreo fue georreferenciado con un sistema de posicionamiento global (GPS). La información obtenida fue comparada e integrada a la información registrada para la localidad.

El registro de los recursos faunísticos se dividió de la siguiente manera:

Para aves se utilizaron métodos directos: fauna observada y canto durante los recorridos (Del Olmo, & Roldán, 2007), así como registro fotográfico de la misma para su posterior determinación por medio de guías de campo. Los reptiles fueron registrados por medio de observación y uso de registro fotográfico.

Para el registro de mamíferos se realizaron muestreos indirectos, los cuales consistieron en la identificación de rastros de huellas y heces (Aranda, 2000). Como unidad de muestreo se utilizaron transectos en áreas visiblemente mejor conservadas; y a través de encuestas y entrevistas a residentes y visitantes del parque. Cada unidad de muestreo fue georreferenciada con un GPS.

Para analizar la problemática ambiental y social, se llevaron a cabo encuestas a residentes de la zona, encargados del manejo del parque y a visitantes del mismo (Anexo 1).

Se llevaron a cabo revisiones de los programas de conservación ecológica de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México ante la problemática ambiental y aprovechamiento de recursos, así como el manejo dado a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) del Estado de México.

De la misma manera se dio revisión al Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán 2003-2005 y al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio 2007 para determinar la respuesta de las autoridades hacia la problemática ambiental presente en el Parque Estatal y, en particular, en el Parque Ecológico “Arcos del Sitio”. Se utilizó el modelo conceptual Presión-Estado-Respuesta (PER) desarrollado por la OCDE (1993) como método analítico para categorizar y clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales de la zona de estudio. Se basa en el conjunto de interacciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la calidad y cantidad de los recursos naturales, es decir, el estado (E) de los mismos; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales, las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones causadas por la actividad humana.

Dentro del modelo PER se distinguen tres tipos de indicadores:

a) Indicadores de presiones ambientales: Corresponden al cuadro Presión del modelo PER. Estos describen las presiones de las actividades humanas ejercidas sobre el ambiente. Existe una distinción entre los indicadores de presiones próximas (presiones ejercidas directamente sobre el ambiente, normalmente expresadas en términos de emisiones o consumo de recursos) y los indicadores de presiones indirectas (indicadores de fondo que reflejan las actividades humanas, las cuales llevan a presiones ambientales próximas).

b) Indicadores de condiciones ambientales: Corresponden al cuadro Estado del modelo PER. Relaciona la calidad del ambiente y la calidad y cantidad de los recursos naturales. Como tal, refleja el objetivo de la elaboración de políticas. Los indicadores de condiciones ambientales deberán ser diseñados para dar un panorama general de la situación (el estado) del ambiente y su desarrollo con el paso del tiempo, y no las presiones sobre él. En la práctica, la diferencia entre las condiciones ambientales puede resultar difícil o costosa. De esta manera, la medición de las presiones ambientales es usada como sustituto de la medición de las condiciones ambientales.

c) Indicadores de respuesta social: Corresponden al cuadro Respuesta del modelo PER. Los indicadores de respuesta social son mediciones que muestran a qué grado la sociedad responde a los cambios y problemas en el ambiente. Las respuestas sociales se refieren a acciones individuales o colectivas para mitigar, adaptar o prevenir los impactos negativos causados por la actividad humana en el ambiente y para detener o revertir el daño ambiental. Las respuestas sociales también incluyen acciones para la conservación de los recursos naturales (Hardi, 1995).

Para la evaluación de impactos se utilizaron matrices causa-efecto como son el método de Leopold, Matriz de McHarg y Redes de Sorensen.

Matriz de Leopold

La matriz de Leopold representa la relación entre las actividades generadoras de impacto y el elemento físico, biológico, estético o socioeconómico impactables.

Para cada acción se consideran todos los elementos que puedan ser afectados y, posteriormente, se trazará una diagonal en la celda que intercepte con la acción. Cada celda marcada con una diagonal emite dos valores:

Magnitud: Valoración del impacto, grado, extensión o escala. Se coloca en la parte superior izquierda de la celda y hace referencia a la intensidad y dimensión del impacto. Por tanto, se califica con valores del 1 al 10 de menor a mayor intensidad y anteponiendo un signo (-) para los impactos negativos y (+) para los positivos.

Importancia: Valor ponderal que da el peso relativo del potencial del impacto. Se escribe en la parte inferior derecha de la celda. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre el elemento afectado. Se califica con valores del 1 al 10 en orden creciente de importancia (García, 2004).

Matriz de McHarg

La matriz de McHarg consiste en la evaluación de las actividades generadoras de impacto y el grado de resistencia de dicha actividad. Se determina la importancia del impacto (mayor, medio, menor o nulo) en base a los siguientes criterios:

Grado de resistencia: Obstrucción, Muy grande, Grande, Medio, Débil, Muy Débil

Perturbación del elemento: Alta, Media, Baja

Magnitud del impacto: Regional, Local, Puntual

Características del Impacto: Reversible, Irreversible

El grado de resistencia tiene un rango que va de la obstrucción de los elementos biológicos afectados (especies protegidas bajo NOMS en peligro de extinción o amenazadas); hasta el grado de muy débil, en la que el impacto no es significativo para los elementos biológicos (Quiroz, 2002).

Redes de Sorensen

El método de redes de Sorensen permite evaluar los impactos considerando las afectaciones producidas por las actividades realizadas y los efectos que pueden

presentar en el medio. Al introducir una relación Causa-Condición-Efecto, se puede reconocer una serie de impactos mayores en una acción de proyección futura.

El método de Sorensen se elabora a través de una red de relevancias en la cual se expresan los mayores impactos agregando efectos de tipo secundario, terciario o cuaternario.

Se estima la probabilidad de que el evento ocurra, asignando un valor de 0 a 1, donde 0 indica que no es probable que el evento ocurra, y 1 donde es cien por ciento probable que el evento ocurra. Posteriormente se asigna una magnitud de -10 a +10, y se incorpora el criterio de importancia del impacto con valor de 0 a 10, donde 0 indica que el impacto generado es irrelevante y poco significativo para el recurso; y 10, donde se indica que el impacto generado por la acción es altamente significativo (García, 2004).

Una vez establecidos los valores por actividad, se registra el impacto pesado de cada rama. Este se obtiene de la multiplicación de la ocurrencia del impacto por el impacto total de la rama. Posteriormente se suman los impactos pesados de cada rama.

Los impactos totales pueden ser significativos cuando alcanzan valores de 40 en adelante, moderados cuando el impacto alcanza valores de 20 a 39, y no significativos, cuando se obtienen valores de 0 a 19.

Resultados

La Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México alberga cinco Áreas Naturales Protegidas dentro del territorio estatal. Una de ellas es el Parque Estatal “Sierra de Tepotzotlán”, la cual comprende una superficie aproximada de 13,175 hectáreas entre los municipios de Tepotzotlán y Huehuetoca; fue declarada Parque Estatal y zona de preservación ecológica mediante el decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en el periódico oficial “Gaceta de Gobierno” de fecha 26 de mayo de 1977.

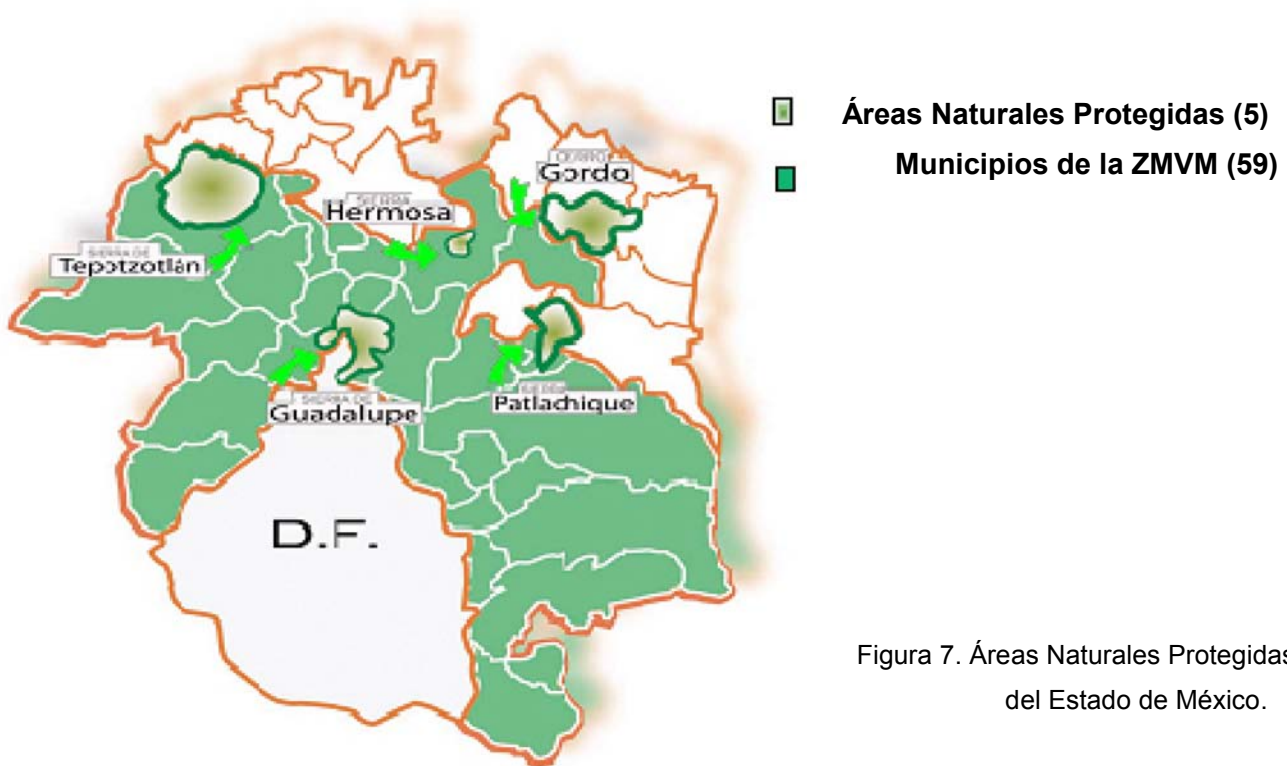


Figura 7. Áreas Naturales Protegidas del Estado de México.

Se realizaron siete muestreos dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” y en las proximidades del mismo en los cuales se delimitó la zona utilizando un sistema de posicionamiento global modelo Garmin GPSMap 60 (Precisión +/- 5 metros -95% Típico-), así como también se identificaron las principales actividades que se realizan en el mismo. Se registraron las coordenadas al perímetro del parque, en las zonas

con mayor grado de vegetación primaria y a los cuerpos de agua. Se tomó registró fotográfico el cual incluyó vegetación y fauna.

El Parque Ecológico “Arcos del Sitio” se encuentra localizado en la formación montañosa conocida como “Sierra de Tepotzotlán” dentro del territorio del municipio de Tepotzotlán en el Estado de México en las siguientes coordenadas (Fig. 8):

SIERRA DE TEPOTZOTLÁN

x: 99° 13' 30" W (UTM 461 400)

y: 19° 42' 00" N (UTM 217 7900)

X: 99° 22' 00" W (UTM 476200)

Y: 19° 50' 00" N (UTM 219 3200)

ARCOS DEL SITIO

x: 463 210 UTM

y: 2 184 900 UTM

X: 464 549 UTM

Y: 2 185 950 UTM

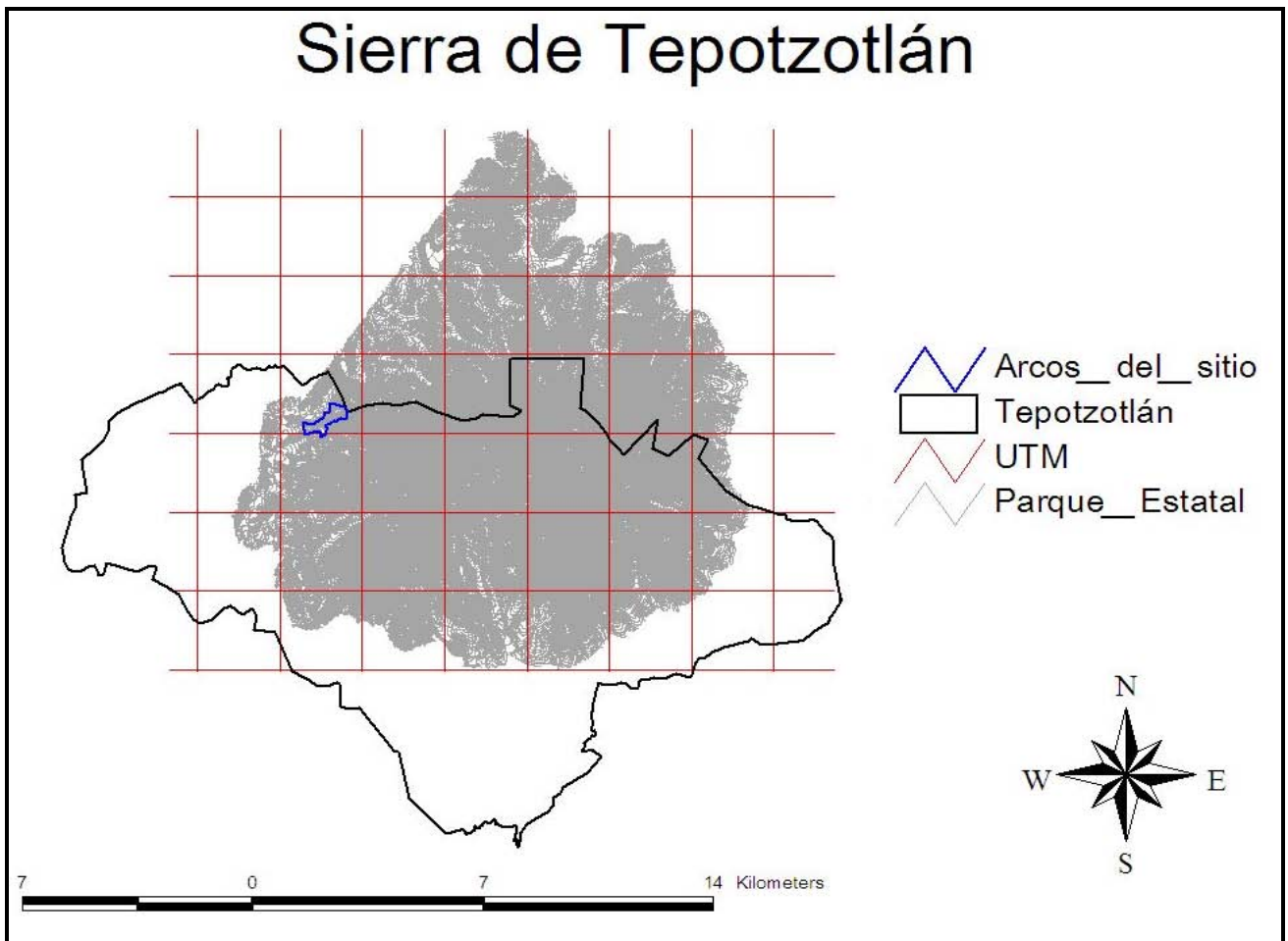


Figura 8. Localización geográfica del parque “Arcos del Sitio”.

Para identificar las actividades generadoras de deterioros dentro del parque ecológico “Arcos del Sitio”, se realizaron entrevistas a las autoridades responsables. A su vez se realizaron recorridos dentro del parque para corroborar la presencia de dichas actividades y determinar si cumplen con los objetivos del PMPEST 2003-2005.

Se tomaron en cuenta los resultados de las encuestas a visitantes del parque y residentes de la zona para determinar las actividades que ofrece a los mismos

Dentro del Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán (PMPEST-2003), se encontró que las principales actividades y servicios con los que cuenta el parque son las siguientes:

RECREACIÓN	SERVICIOS	CENTRO EDUCATIVO
Senderismo	Enfermería	Centro de Educación Ambiental
Mirador	Administración	Oficinas
Artesanías	Control	Vivero
Área de asadores	Estacionamiento	Talleres temáticos
Tienda de víveres	Locales de comida	Sala de usos múltiples
Restaurante	Zona de acampado	Cafetería
Área de juegos	Baños	
Foro		
Tirolesa		

Cuadro1. Actividades y Servicios del Parque “Arcos del sitio” en base al PMPEST 2003-2005



Figura 9. Restaurante y sala de exposición.



Figura 10. Acueducto "Los Arcos".

El siguiente cuadro muestra las actividades consideradas como generadoras de impactos dentro del Parque Estatal en base al PMPEST 2003-2005. Así mismo, se muestran las actividades consideradas como generadoras de impactos o deterioros ambientales para el Parque Ecológico "Arcos del Sitio".

No.	Actividad	Considerada al programa
1	Agricultura temporal	No Considerada
2	Pastoreo extensivo	No Considerada
3	Aprovechamiento forestal de autoconsumo	No Considerada
4	Extracción del suelo	No Considerada
5	Extracción de material pétreo	Considerada
6	Extracción de flora silvestre	Considerada
7	Extracción de fauna silvestre	Considerada
8	Obras de conservación de suelo y agua	No Considerada
9	Reforestación	Considerada
10	Vigilancia	Considerada
11	Incendios forestales	Considerada
12	Asentamientos irregulares	Considerada
13	Recreación y turismo	Considerada
14	Concentración social	Considerada
15	Educación ambiental	Considerada

Cuadro 2. Actividades consideradas como generadoras de impacto en el Parque "Arcos del Sitio"

Se consideraron además como actividades generadoras de impactos y deterioros en el Parque "Arcos del Sitio" las siguientes: Densidad de visita, actividades de acampado, Locales de comida y souvenirs, Generación de residuos sólidos, Transporte local y Ciclismo.

PRESIÓN

Problemática ambiental

La “Sierra de Tepetzotlán” se encuentra sometida a una serie de factores que afectan el desarrollo y abundancia de sus recursos naturales. Esta situación está determinada en gran medida por la dinámica social y urbana que se presenta en toda la región. Bajo esta consideración, la afectación se extiende a los servicios ambientales que puede proveer a los habitantes de las comunidades colindantes con el área así como a los de toda la región.

Dentro del parque se identificaron las siguientes actividades como generadoras de deterioros.

Actividades humanas:

Extracción de material pétreo.- La extracción de piedra, arena y grava constituye una industria relativamente reciente en la región, pero se ha incrementado en los últimos años, convirtiéndose en una actividad potencialmente destructiva con relación a los objetivos perseguidos por el Decreto del Parque Estatal (PMPEST 2003-2005).

La extracción de piedra bola en el río “Los Arcos” es una práctica común que, aunque no se realiza de manera intensiva, puede representar una importancia mayor al considerar que dicha actividad provoca la erosión y degradación del suelo.

A lo largo de la carretera que lleva al parque, se observaron bancos de préstamo de materiales pétreos de diferentes dimensiones, los cuales afectan la estructura geomorfológica y sobretodo el paisaje del ANP.



Figura 11. Río “Los Arcos”

Extracción de flora silvestre.- La vegetación en el Parque Estatal se encuentra afectada por las actividades humanas, principalmente por la agricultura y la extracción de recursos vegetales. La vegetación se utiliza principalmente para uso doméstico ya sea como combustible, con fines medicinales, actividades artesanales, autoconstrucción, ornato, además de complemento forrajero.

La deforestación y sobre explotación de los recursos vegetales es una actividad frecuente que genera mayor deterioro ambiental tanto en “Arcos del Sitio” como en sus proximidades y puede generar un efecto negativo importante dentro del Parque Estatal. Al presentarse una sobre explotación del recurso vegetal, principalmente causada por asentamientos irregulares, se pierde la fertilidad del suelo, lo que trae como consecuencia un efecto sinérgico con el cambio en el uso de suelo forestal, disminución o pérdida de especies vegetales, desplazamiento de la fauna nativa de la región y pérdida del paisaje.

Extracción de fauna silvestre.- La transformación que se ha presentado en la Sierra de Tepotztlán ha tenido como consecuencia un cambio significativo en la estructura

y reducción de las comunidades animales. Esta reducción afecta principalmente a las especies con comportamiento territorial como las aves migratorias y rapaces que, ante las perturbaciones del ambiente, y lo limitado de su territorio, no han podido sostener poblaciones significativas.

Uno de los problemas que existen es la caza y captura de especies animales que pueden utilizarse para el comercio ilegal como es el caso de pequeños reptiles como el llora sangre o camaleón espinoso (*Phrynosoma obiculare*); y aves de caza como el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) -estas últimas dos bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2001- y halcón cernícalo (*Falco sparverius*).

Aunque la extracción de fauna silvestre no es una práctica de gran magnitud dentro de “Arcos del Sitio” o las zonas cercanas al mismo; es, sin embargo, una actividad que puede traer consecuencias de mayor importancia debido a las alteraciones que pueden provocarse en el medio, afectando las interacciones naturales en el ecosistema.



Figura 12. Halcón cernícalo. Especie utilizada en el comercio ilegal.

Urbanización:

Densidad de visita.- La concentración social en el Parque “Arcos del Sitio” no presenta problemas mayores en la Sierra de Tepetzotlán. Sin embargo, se puede relacionar a este fenómeno actividades de extracción de flora y fauna de magnitudes menores y generación de residuos dentro del parque.

Asentamientos irregulares.- Derivado de la influencia de las comunidades urbanas colindantes, la población asentada de manera ilegal dentro de los límites del Parque Estatal, presenta características demográficas semejantes a ellas. Con la finalidad de establecer sus viviendas, eliminan la vegetación existente y nivelan el suelo, abren caminos de acceso y utilizan recursos cercanos. Todas estas acciones tienen un efecto negativo, ya que afectan el microclima y la calidad del aire al dejar expuestas áreas desprovistas de vegetación.

Es importante aclarar que, debido a la irregularidad de dichos asentamientos, los habitantes puedan correr algún riesgo al encontrarse en terrenos inapropiados para uso habitacional.

De manera general, el incremento de asentamientos irregulares ha ocasionado el uso imoderado de recursos (principalmente arbóreos) y pérdida de suelo y paisaje dentro del Parque Estatal.

Generación de residuos.- La generación de residuos es un problema de mayor magnitud dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio”. Dentro del parque se observó que se cuenta con contenedores de reciclaje de basura a lo largo de los caminos, en la zona de asadores, zona de acampado y locales de comida, sin embargo, no se le da un manejo adecuado a los residuos.

El Parque “Arcos del Sitio” cuenta con un depósito a cielo abierto de todos los residuos en la zona noreste del parque, el cual se encuentra detrás del área de

locales de comida, lo que provoca olores desagradables y la acumulación de fauna nociva.

La causa principal de este problema es la irregularidad de periodos de colecta del servicio de limpia por el ayuntamiento. Esto provoca una sobre acumulación de gran magnitud, lo que puede tener consecuencias serias en la contaminación del suelo.



Figura 13. Depósito de residuos a cielo abierto.



Figura 14. Manejo inadecuado de de residuos.

Transporte local.- Aunque no presenta un deterioro importante dentro del Parque “Arcos del Sitio”, sí puede presentar un problema de mayor magnitud en zonas cercanas al mismo. El uso de maquinaria pesada para la obtención de materiales de construcción exhibe emisiones al aire y la contaminación del mismo.

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos no presentan mayor importancia dentro del Parque Estatal. Sin embargo, se carece de instrumentos para llevar a cabo el monitoreo de la calidad del aire dentro del parque, lo que podría generar un problema de mayor importancia en el futuro.

Actividades recreativas:

Actividades de acampado.- Las actividades relacionadas al turismo son una de las principales causas de visita dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio”. Una de estas es la accesibilidad a zonas de acampado dentro del Parque Estatal que permitan la recreación y que sean a la vez seguras (Fig. 15)

La actividad de acampado dentro del parque exhibe deterioros negativos menores al suelo y a los recursos vegetales y animales. Sin embargo, es necesaria la vigilancia constante y la información acerca de los reglamentos y normas del parque a los visitantes para que el acampado permanezca como una actividad segura a los visitantes e inofensiva a los recursos ambientales.



Figura 15. Zona de campamento y fogatas.

Un problema que presenta el parque es la falta de vigilancia. Se observó que se realizaban actividades de acampado en zonas inapropiadas y no destinadas para ello. Al ignorar las normas y lineamientos del parque, los visitantes corren el riesgo de sufrir accidentes, además de perjudicar los recursos naturales y culturales (Fig. 16).

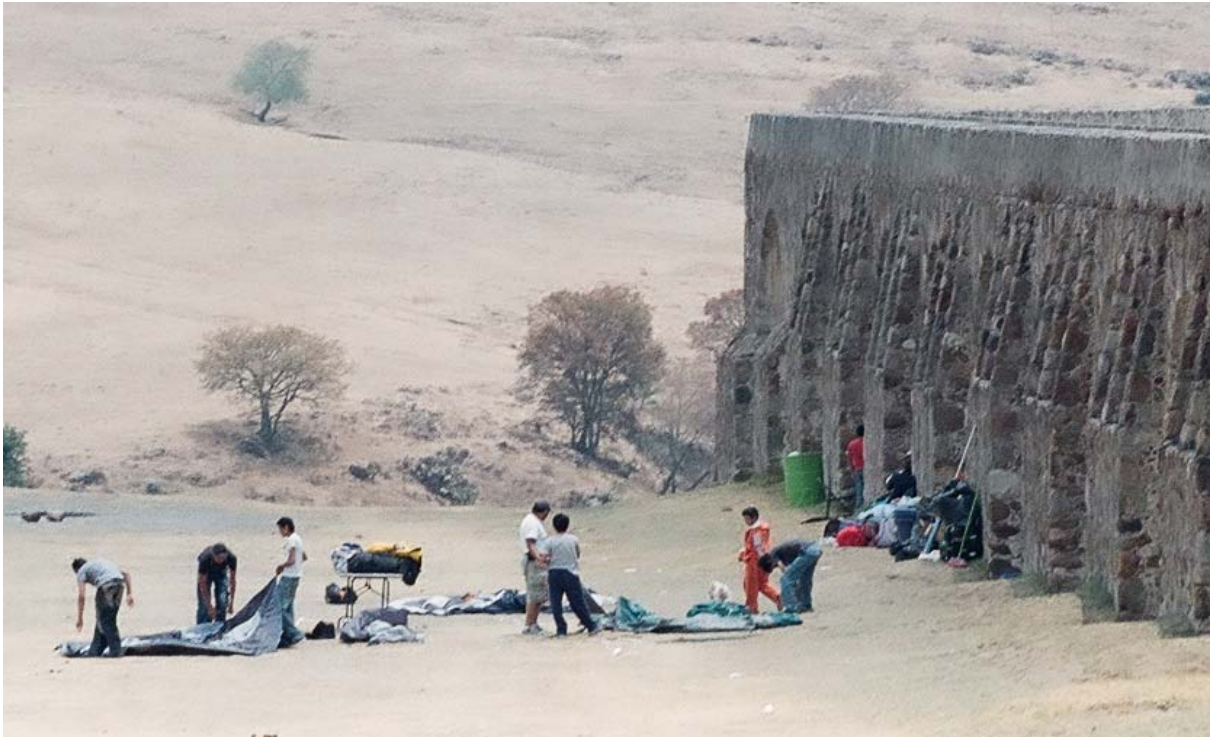


Figura 16. Desinstalación de acampado en zonas inapropiadas.

Fogatas.- El uso de fogatas provee una fuente de recreación relacionada a las actividades de acampado dentro del parque. No obstante esto implica el riesgo de accidentes o incendios forestales.

El parque cuenta con una zona de concreto para la elaboración de fogatas dentro de la zona de acampado (Fig. 17). El uso de recursos maderables es mínimo, por lo que no se contemplan las fogatas como deterioro importante dentro del parque. Sin embargo, es necesaria la vigilancia y la toma de medidas preventivas y emergentes que pudieran ocasionar un impacto severo dentro del parque.

Zona de campamento y fogatas

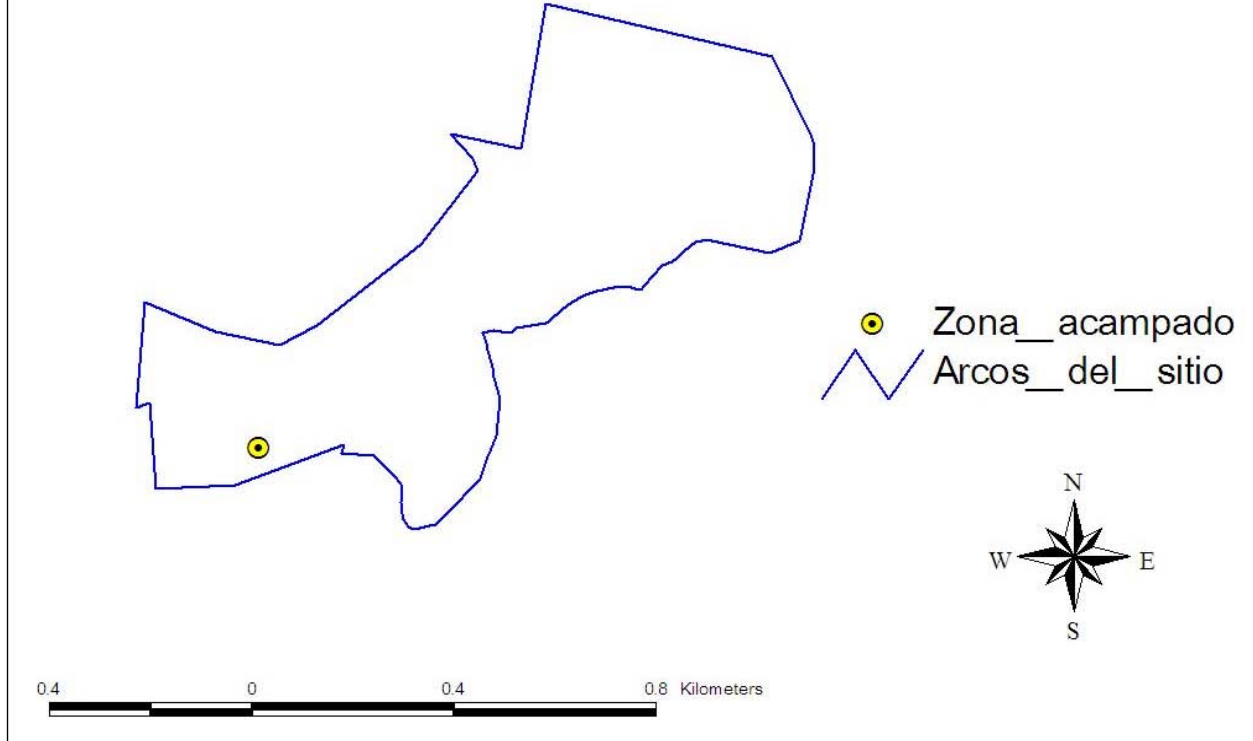


Figura 17. Zona destinada a campamentos y fogatas.

Ciclismo y Senderismo.- Dentro del parque se pueden encontrar rutas o senderos que los ciclistas y visitantes pueden tomar para realizar estas actividades. Las actividades de senderismo pueden afectar a la comunidad faunística del parque, ocasionando su desplazamiento (Fig. 18).



Figura 18. Actividades de ciclismo y senderismo.

Comercio.- La venta de comida y souvenirs presenta una fuente de empleo para los residentes del Parque Estatal y trabajadores de “Arcos del Sitio”. No obstante, es la principal causa de generación de residuos y contaminación dentro del mismo.



Figura 19. Locales de comida.

Es necesario que exista un manejo adecuado de los residuos sólidos y periodos de colecta constantes. Para minimizar los efectos negativos ocasionados por la generación de residuos, se requiere de la colaboración por parte de las autoridades del parque y el ayuntamiento, ya que la contaminación a causa de estos presenta un problema serio en “Arcos del Sitio”.

Es necesaria la recolocación de contenedores de basura para evitar la contaminación del suelo y el incremento de vigilancia en zonas conservadas de vegetación primaria para minimizar los impactos negativos a los recursos.

ESTADO

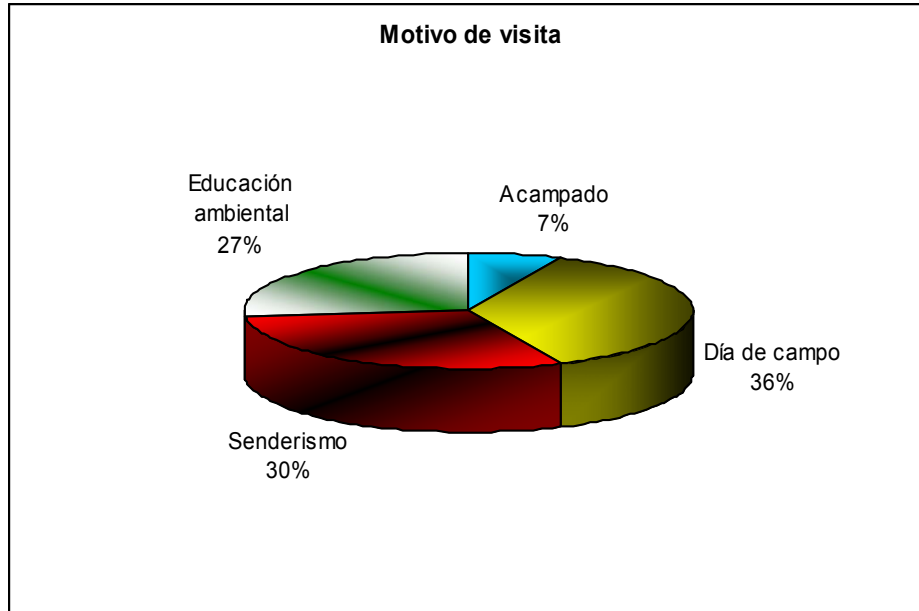
Se realizaron un total de 100 encuestas a los visitantes, residentes y trabajadores con la finalidad de conocer cuáles son las especies de animales que habitan en el parque y sus proximidades, así como para la vegetación, caminos de acceso y actividades que consideran importantes dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” (Anexo 1).

A los visitantes del parque se les realizó una encuesta enfocada a la perspectiva que tenían del parque así como el motivo de la visita al mismo. A los residentes del municipio se les realizó una encuesta enfocada al manejo que ellos dan a los recursos animales y vegetales, los servicios con los que cuentan y su conocimiento acerca de sitios de interés cultural o participación ciudadana.

Al final de cada encuesta se les preguntó cuál es su punto de vista acerca del mantenimiento y cuidado de los recursos con los que cuenta el parque, así como también se les solicitó cuál o cuáles consideran que son los problemas más serios que perciben en “Arcos del Sitio”.

A continuación se muestran los resultados de las encuestas realizadas a visitantes, del parque ecológico “Arcos del Sitio”:

Motivo de la visita.- El 36% de los visitantes acudió al parque como día de campo, el 30% visitó el parque por las actividades de senderismo, 27% visitó el parque para participar en los programas de educación ambiental y el 7% asistió por las actividades de acampado (Gráfica 1).



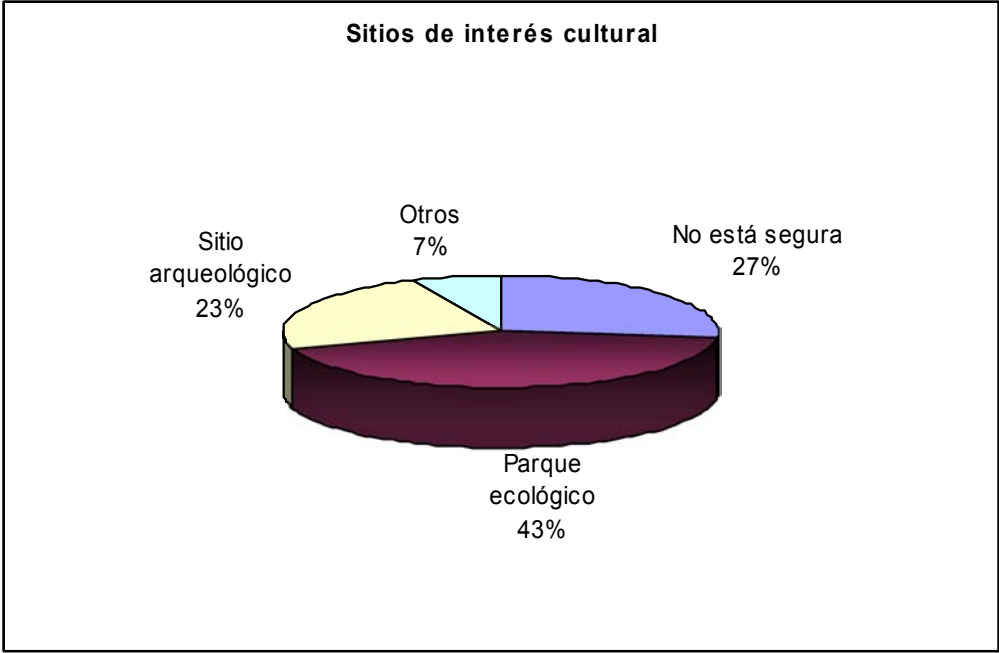
Gráfica 1. Motivo de visita al parque.

Vías de acceso al parque.- El 20% de los encuestados no saben o no conocían que su localidad cuenta con vías de acceso al parque, 53% considera que la carretera necesita mantenimiento, 20% considera que están en buenas condiciones, y 7% no observó o no sabe si las carreteras necesitan mantenimiento (Gráfica 2).



Gráfica 2. Vías de acceso al parque.

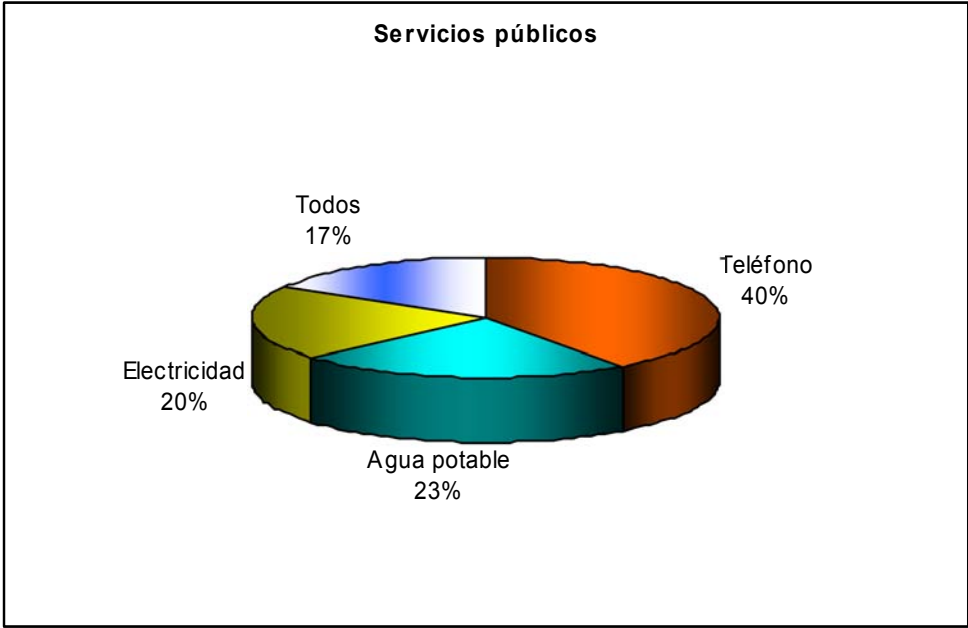
Sitios de interés cultural.- El 47% de los encuestados saben que el municipio de Tepetzotlán cuenta con un parque ecológico. El 27% no estaba seguro de contar con sitios de interés cultural, el 23% conoce la existencia de sitios arqueológicos en el municipio, mientras que el 7% conoce otros sitios como bibliotecas, museos, monumentos históricos o iglesias (Gráfica 3).



Gráfica 3. Sitios de interés cultural en el municipio de Tepetzotlán.

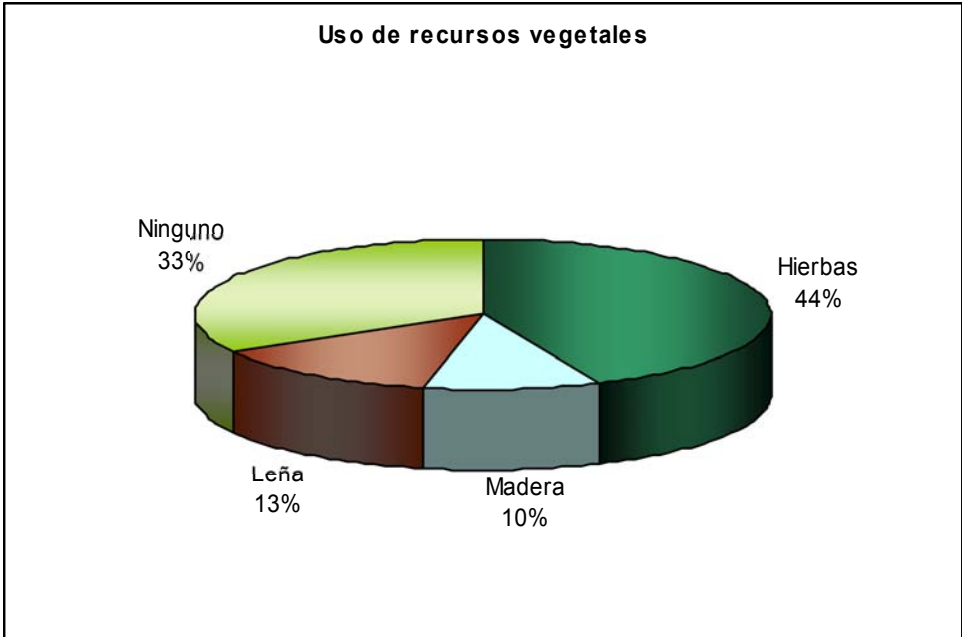
A continuación se muestran los resultados de las encuestas realizadas a residentes en las proximidades del parque ecológico “Arcos del Sitio”.

Servicios públicos.- El 17% de los residentes cuenta con servicios de agua potable, electricidad y teléfono, 23% cuenta solo con el servicio de agua potable, 40% con teléfono y 20% con servicios de electricidad (Gráfica 4).



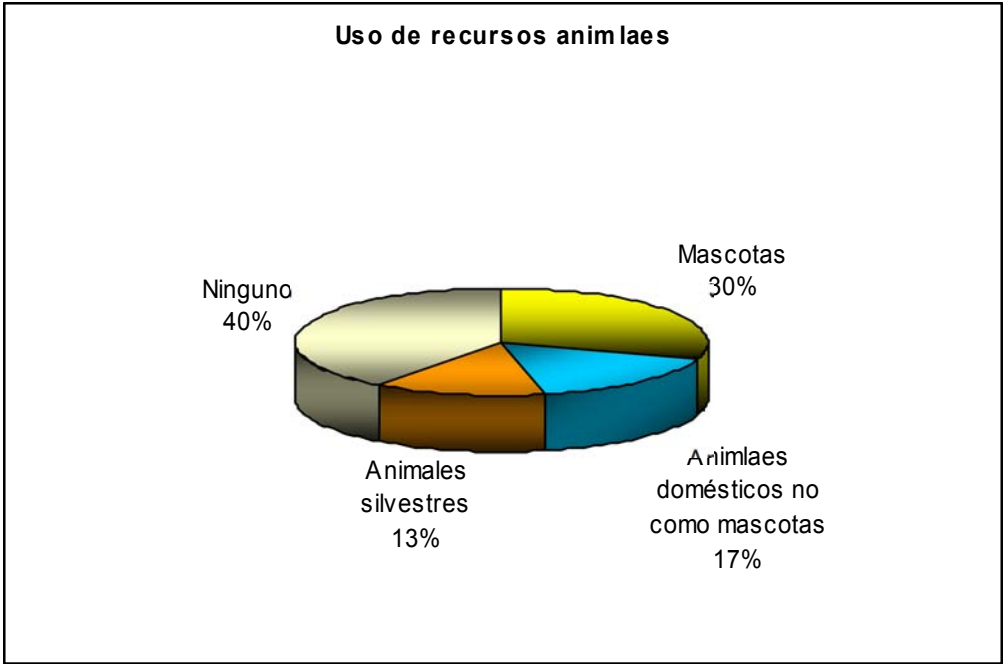
Gráfica 4. Servicios públicos.

Uso de recursos vegetales.- El 44% de los residentes de las zonas cercanas al parque hacen uso de hierbas para distintos usos, el 13% hace uso de leña, 10% hace uso de madera y 33% no hace uso de algún recurso vegetal (Gráfica 5).



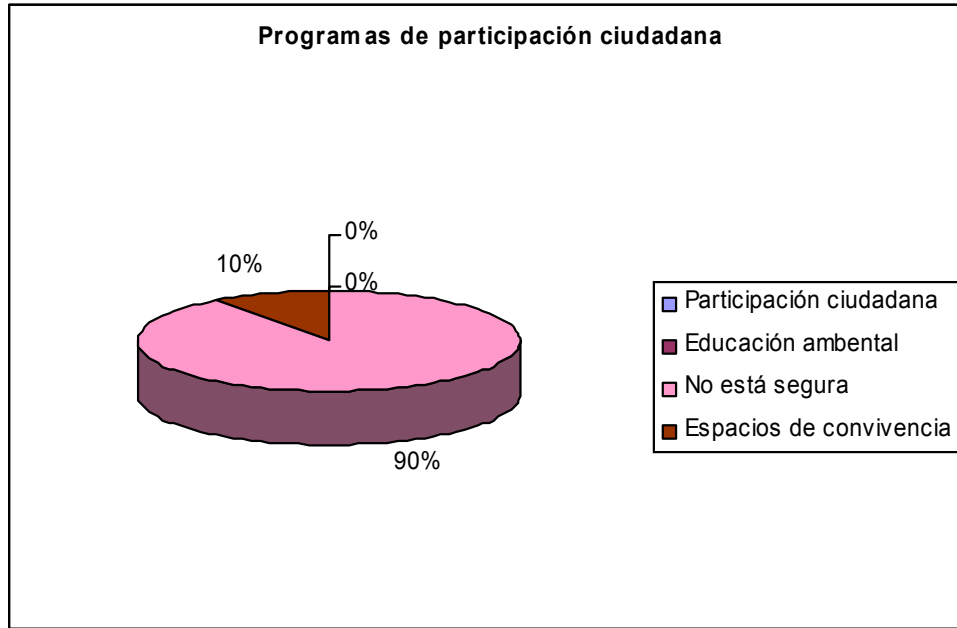
Gráfica 5. Uso de recursos vegetales.

Uso de recursos animales.- El 30% de los encuestados hace uso del recurso animal como mascota, 17% usa animales domésticos y les da otro uso diferente al de mascota, 13% hace uso de animales silvestres, y el 40% no hace uso del recurso animal (Gráfica 6).



Gráfica 6. Uso de recursos animales.

Programas de participación ciudadana.- El 10% de los encuestados conoce de algún programa de participación ciudadana que involucre la convivencia y participación familiar, mientras que el 90% no está seguro o desconoce la existencia de algún programa de participación ciudadana en el municipio (Gráfica 7).



Gráfica 7. Programas de participación ciudadana.

La mayoría de las personas encuestadas mencionó que un problema muy serio que tiene el parque es la basura. No se le da un manejo adecuado y, a pesar de que cuentan con contenedores para tirar la basura a lo largo del parque, la gente no siempre la deposita en ellos. De igual manera, los servicios de limpia y los períodos de colecta de basura por el ayuntamiento son irregulares y en ocasiones provocan una sobre acumulación de los residuos. Se cuenta con un depósito a cielo abierto de todos los residuos sólidos que genera el parque y esto provoca olores desagradables.

Otra de las quejas que tuvieron los visitantes del parque son los caminos de acceso. La mayor parte de la carretera que va hacia el parque está en malas condiciones. Algunos de los visitantes observaron o sintieron que el parque tiene pocas actividades de recreación o que necesita mejorar las que ya existen.

Se les preguntó a los habitantes con más de 10 años de residencia en la zona si anteriormente podían observar un mayor número de especies vegetales y/o animales. La mayoría respondió que, en efecto, anteriormente se observaba un mayor número de especies animales y vegetales dentro y fuera del parque.

Principalmente la urbanización es la causante de este fenómeno, ya que la caza ilegal o captura de especies animales, algunas de ellas incluidas en la NOM-059 (*Accipiter striatus*, *Accipiter cooperi*, *Accipiter gentilis*, *Buteo jamaicensis*, *Heliothrix barrioti*, *Lampornis viridipalens*, *Phrynosoma obiculare*, *Sciurus griseus*), ocasiona el desplazamiento o desaparición de especies como: coyote, topo, murciélago, ardillas, zorros, zorrillos, generales, cuervo, tecolote, lechuza, zopilote, halcones, gavilanes, aguillillas, y serpientes, además de una gran variedad de insectos. La tala de árboles y el uso sobreexplotado de vegetación arbustiva y herbácea es otra actividad que a menudo observan los residentes y consideran como causante de la pérdida del paisaje y a la vez de especies animales que antes podían observarse con frecuencia.

Al final de cada encuesta, se le solicitó a cada persona hiciera mención de lo que consideraran como la principal causa de la pérdida de los recursos en la localidad, las cuales fueron las siguientes:

- La caza y/o captura ilegal de las especies
- La urbanización irregular
- El aumento y mal manejo de los residuos sólidos
- La sobreexplotación de los recursos vegetales y la tala de árboles

Al preguntarles cuál es su opinión acerca de la conservación de los recursos naturales, indicaron que estos:

- Forman parte de sus vidas cotidianas
- Los utilizan para vivir
- Es importante conservarlos
- Les gusta observar a los animales en su ambiente
- Las plantas dan oxígeno y sirven para cocinar

Se realizaron recorridos alrededor del parque para identificar cuáles son los recursos animales y vegetales.

Dentro del parque se encuentran zonas altamente perturbadas, las cuales presentan vegetación del tipo pastizal y hierbas de la familia de las compuestas. Estas hierbas son asociadas a ambientes perturbados, por tal motivo no se realizaron muestreos dentro de este tipo de vegetación.

El bosque de Pino-Encino es un área de vegetación primaria dentro del parque "Arcos del Sitio". A su vez, es un microsistema ambiental que ha conservado sus recursos, tanto vegetales como animales, a través del tiempo. Debido a que esta zona presenta un alto grado de conservación, los muestreos se realizaron en la extensión de este tipo de vegetación.

Para la determinación de recursos vegetales, se recolectaron muestras botánicas y se tomó registro fotográfico.

A continuación se presentan las zonas de muestreo ubicadas en áreas de vegetación mejor conservada. Estas consistieron en transectos y cuadrantes para la identificación de recursos animales y vegetales respectivamente (Fig. 20).

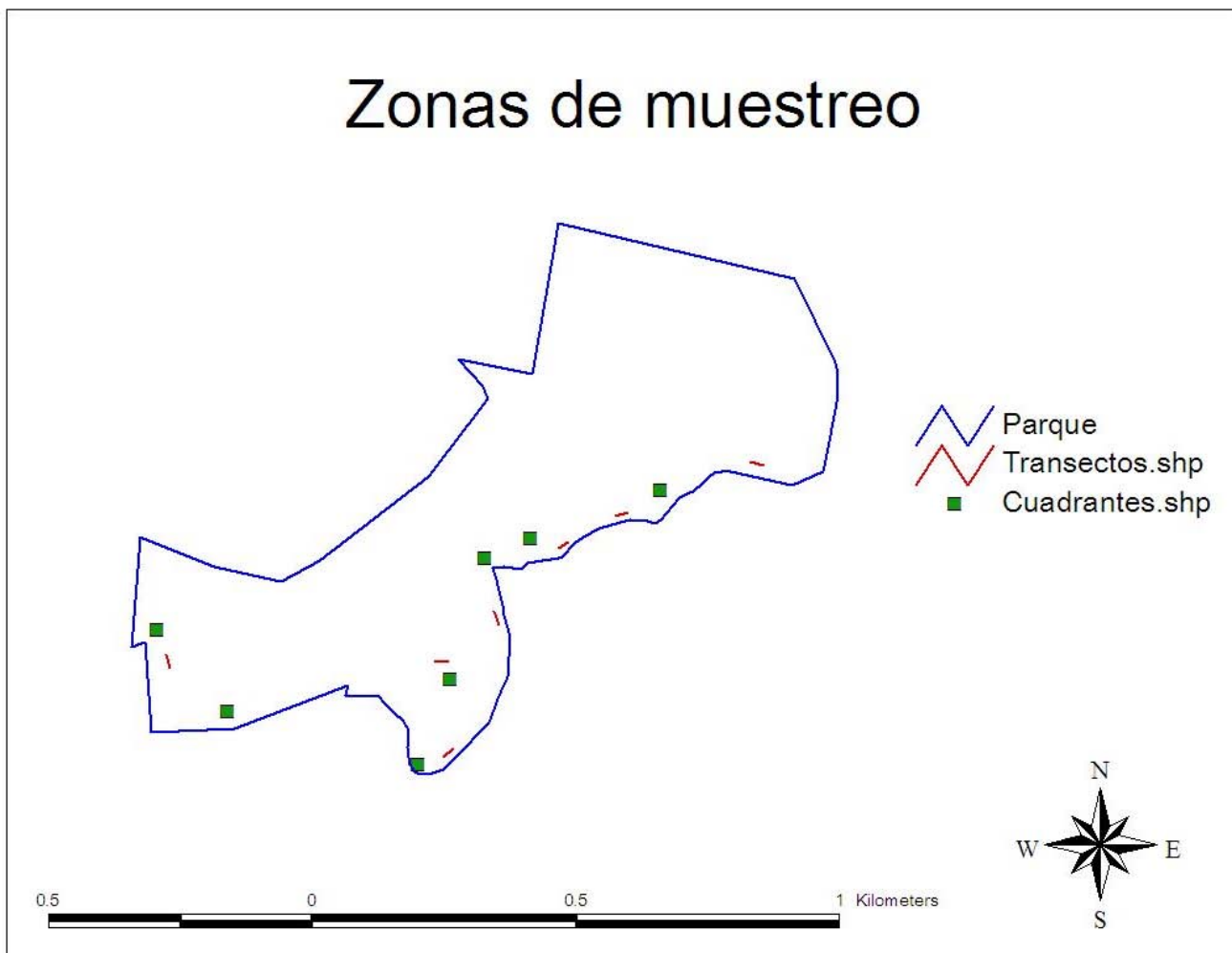


Figura 20. Zonas de muestreo.

Las especies faunísticas registradas dentro del parque ecológico “Arcos del sitio” fueron las siguientes:

Aves:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza de ganado
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garzón blanco
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán estriado
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper

Accipitridae	<i>Accipiter gentilis</i>	Azor
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo
Phasianidae	<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared

Cuadro 3. Especies de aves registradas para "Arcos del Sitio".

Reptiles:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma obiculare</i>	Llora sangre
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torcuatus</i>	Lagartija espinosa
Colubridae		Culebra
Viperidae	<i>Crotalus sp.</i>	Serpiente cascabel

Cuadro 4. Especies de reptiles registradas para "Arcos del Sitio".

Mamíferos:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote
Vespertilionidae	<i>Myotis volans</i>	Murciélago
Sciuridae	<i>Sciurus griseus</i>	Ardilla gris
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache

Cuadro 5. Especies de mamíferos registradas para "Arcos del Sitio".

Las especies vegetales arbóreas y arbustivas registradas dentro del parque ecológico “Arcos del sitio” fueron las siguientes:

Arborea:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i>	Encino
Rosaceae	<i>Crataegus sp.</i>	Tejocote
Betulaceae	<i>Alnus arguta</i>	Aile
Salicaceae	<i>Salix sp.</i>	Sauce
Leguminosae	<i>Acacia sp.</i>	Acacia

Cuadro 6. Especies arbóreas registradas para “Arcos del Sitio”.

Arbustiva:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Asteraceae	<i>Baccharis spp.</i>	Chilca

Cuadro 7. Especie arbustiva registrada para “Arcos del Sitio”.

Matriz de Leopold

Arcos del Sitio es un parque que tiene como propósito fomentar el interés ecológico de los visitantes a través de exposiciones y eventos de conservación de los recursos. Una de las actividades que frecuenta el parque es el incremento de cubierta vegetal en la región a través de campañas de reforestación. Esto indica que una de las actividades humanas que genera mayor deterioro es la deforestación o extracción de flora silvestre, tanto dentro del parque como en las zonas aledañas al mismo. Estas campañas de reforestación, sin embargo, son realizadas por un número importante de trabajadores del parque e incluso por una gran cantidad de voluntarios.

En el proceso de urbanización (realizado en las zonas que rodean al parque) se puede observar que cada vez son más las áreas ocupadas por las personas para establecer asentamientos irregulares. Esto provoca que se de una sobreexplotación de los recursos, principalmente la extracción de flora silvestre, el desplazamiento de especies animales, pérdida del paisaje natural y la compactación del suelo por el paso de transporte en zonas donde no se encuentran caminos apropiados para vehículos; esto (aunado a la extracción de la cubierta vegetal) provoca erosión en el medio.

Las actividades de recreación presentan impactos positivos al parque. Una de ellas es la educación ambiental. Esta actividad ofrece varios tipos de recreación a los visitantes, incluidas pláticas, talleres fuera y dentro del parque, eventos internacionales (Día mundial de las Aves), presentación de carteles, exposición de flora y fauna de la región, entre otras.

Otra de las actividades que genera impacto positivo en el parque es el establecimiento de locales de comida o souvenirs y la renta de bicicletas y tirolesa. Estas actividades generan empleos y, a su vez, apoyo para el desarrollo del parque.

Sin embargo, uno de los problemas de los que sufre severamente el parque es el manejo de residuos sólidos. Se observó que no se le da un manejo apropiado ya que se encuentran en un depósito a cielo abierto, lo que produce olores desagradables, además de que promueve la formación de fauna nociva y la contaminación del suelo.

Las actividades generadoras de impactos y deterioros se agrupan en tres grupos: Actividades humanas (extracción del suelo, extracción de flora y fauna silvestre y la reforestación), Urbanización (densidad de visita, asentamientos irregulares, vigilancia, generación de residuos y transporte local) y Actividades recreativas (actividades de acampado, fogatas-incendios-, ciclismo, senderismo, comercio dentro del parque, educación ambiental).

Magnitud (-10 a +10)		Actividades generadoras de impacto												Evaluación						
Importancia (0 a 10)		Actividades humanas				Urbanización				Actividades recreativas										
		Extracción de material pétreo	Extracción de flora silvestre	Extracción de fauna silvestre	Reforestación	Densidad de visita	Asentamientos irregulares	Vigilancia	Generación de desechos	Transporte local	Actividades de acampado	Fogatas (Incendios)	Ciclismo	Senderismo	Comercio (comida y souvenirs)	Educación ambiental				
Elementos impactables	Físico	Suelo	Calidad	-1/3	-3/3			-1/3	-4/3							-8/12				
			Erosión	-1/4	-2/4			-4/3	-3/3			-1/2		-1/2			-12/17			
		Aire	Compacción	-1/2			1/2	-1/1	-2/3	-3/3		-1/1						-8/10		
			Calidad		-1/2			-1/2					-1/2			-1/1		-4/11		
		Agua	Contaminación															-2/4		
			Ensoñones															-3/6		
		Biológico	Fauna	Calidad	-1/4	-1/3	-1/5	2/3	-1/3	-2/4	-3/3	-1/1						1/3	-8/29	
				Aves		-1/3	-1/5	2/3	-1/3	-2/4	-3/3	-1/1					-1/1		1/3	-10/31
			Reptiles y anfibios	Mamíferos	-1/4	-2/3	-1/5	2/3	-1/3	-2/4	-3/3	-3/3	-1/1	-1/2					1/3	-10/31
				Desplazamiento	-1/3	-1/3	-2/3	1/3	-1/3	-1/3				-1/1					1/2	-8/23
	Peces																	1/2	1/2	
			Pérdida de especies	-1/5		-1/2	6/4	-1/3	-4/4					-1/1				2/3	1/22	
	Flora	Pérdida de especies	Artustiva	-1/2	-1/3	-1/2		-1/2	-4/4	-1/3							2/3	-7/15		
			Herbácea	-1/1	-1/2	-1/2		-1/1	-4/2		-1/3	-1/1					1/2	-10/10		
		Natural	-1/2	-1/2	-1/1	3/2	-2/2	-1/2		-4/3								-8/14		
	Paisaje	Artificial			-1/1		1/1	1/1	1/1	-1/2		1/2					2/2	2/14		
			Ingresos							1/1	2/3	1/1				3/3	3/5	11/16		
	Socioeconómico	Empleó	Temporal						1/2	2/3							2/3	9/15		
			Permanente				1/3			1/2	2/3				4/4		2/3	9/15		
	Suelo	Vivienda					1/3											1/3		
Forestal			-1/1	-3/3		2/2		-1/3	-3/4								-10/13			
Turístico			-1/2	-1/2		1/2			-1/4	2/3	2/3	4/3	2/3	3/4	1/2	1/2	3/2	10/25		
Evaluación		-11/31	-15/30	-8/19	18/24	-13/30	-31/36	3/4	-25/43	-1/10	-2/12	1/8	-2/8	8/18	4/7	18/28	//////////			
		-5/1	-6/1	-3/5	7	-6/6	-7/5	2/5	-8/1	-1/3	-2/8	-0/6	-2/8	-0/6	1/6	7/3				

Figura 21. Matriz de Leopold.

Matriz de McHarg

Una vez obtenidos los valores de la matriz de Leopold, se utilizaron los deterioros con mayor valor (-6 y +6) para la elaboración de la matriz de McHarg.

Dentro del Parque Estatal se encuentran especies de flora bajo el estatus de amenazadas en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001:

Nombre científico	Nombre común	Estatus
<i>Nymphaea mexicana</i>	Lirio de agua, ninfa	Amenazada
<i>Clethra mexicana</i>	Zapotillo	Amenazada

Cuadro 8. Especies vegetales bajo protección NOM-ECOL-059-2001.

En el caso de la fauna, dentro del Parque Estatal se registraron las siguientes especies bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2001:

Nombre científico	Nombre común	Estatus
<i>Lampornis viridipalens.</i>	Colibrí	Rara
<i>Heliothrix barrioti</i>	Colibrí	Rara
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán estriado	Amenazada
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Amenazada
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor	Amenazada
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Protección especial
<i>Phrynosoma obiculare</i>	Llora sangre	Amenazada (endémica)
<i>Sciurus griseus</i>	Ardilla gris	Amenazada

Cuadro 9. Especies animales bajo protección NOM-ECOL-059-2001.

Actividades del Proyecto	Etapa	AC.GEN.IIMP	Elem. Afectado	GRADO DE RESISTENCIA						PERTURBACION DEL ELEMENTO			MAGNITUD			CARACTERISTICA		IMPORTANCIA DEL IMPACTO						
				Muy Dřbil	Dřbil	Media	Grande	Muy Grande	Obstrucci3n	Baja	Meida	Alta	Regional	Local	Puntual	Reversible	Irreversible	Mayor	Medio	Menor	Nulo			
ACTIVIDADES HUMANAS	Entrada de flora silvestre		Suelo			X											X							
			Flora				X																	
			Paisaje				X																	
			Vegetaci3n					X																
	Reforestaci3n			Aire							X													
				Vegetaci3n								X												
				Paisaje								X												
				Socioecon3mico								X												
	URBANIZACI3N			Suelo			X						X											
				Flora										X										
				Vegetaci3n																				
				Paisaje																				
ACTIVIDADES RECREATIVAS			Suelo			X						X												
			Flora																					
			Vegetaci3n																					
			Paisaje																					

Figura 22. Matriz de McHarg.

Redes de Sorensen

Actividades humanas A	Extracción de material pétreo A1	Cambio en la calidad del suelo A1.1	Disminución de recursos aprovechables A1.2
	Extracción de flora silvestre A2	Pérdida de cobertura vegetal A2.1	Cambio de relaciones tróficas A2.1.1
			Disminución de la calidad del suelo A2.1.2
Reforestación A3	Incremento de cobertura vegetal A3.1	Aumento de suelo forestal A3.2	
Urbanización B	Densidad de visita B1	Generación de empleos temporales B1.1	Incremento en el ingreso de la comunidad B1.2
	Asentamientos irregulares B2	Aumento población local B2.1	Sobreexplotación de recursos B2.1.1
			Mayor demanda de servicios B2.1.2
Generación de residuos B3	Contaminación del suelo y agua B3.1	Concentración de fauna nociva B3.1.1	
		Disminución de calidad del agua B3.1.2	
Actividades de recreación C	Educación ambiental C1	Creación de grupos para orientación ambiental C1.1	Mayor afluencia de visitantes C1.1.1
			Fomento de cultura ambiental C1.1.2

Figura 23. Redes de Sorensen.

REDES DE SORENSEN (Continuación)

RAMA 1	A	A1	A1.1	A1.2
RAMA 2	A	A2	A2.1	A2.1.1
RAMA 3	A	A2	A2.1	A2.1.2
RAMA 4	A	A3	A3.1	A3.2
RAMA 5	B	B1	B1.1	B1.2
RAMA 6	B	B2	B2.1	B2.1.1
RAMA 7	B	B2	B2.1	B2.1.2
RAMA 8	B	B3	B3.1	B3.1.1
RAMA 9	B	B3	B3.1	B3.1.2
RAMA 10	C	C1	C1.1	C1.1.1
RAMA 11	C	C1	C1.1	C1.1.2

DETERIORO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
Extracción de material pétreo	0.4	-1	2
Cambio en la calidad del suelo	0.2	-1	3
Disminución de recursos aprovechables	0.1	-1	2
Extracción de flora silvestre	0.4	-2	3
Pérdida de cobertura vegetal	0.3	-1	3
Cambio en las relaciones tróficas	0.2	-1	3
Disminución de la calidad del suelo	0.1	-1	3
Reforestación	0.8	+4	4
Incremento de la cobertura vegetal	0.6	+2	3
Aumento de suelo forestal	0.5	+1	3
Densidad de visita al parque	1	+3	2
Generación de empleos temporales	0.6	+1	3
Incremento en el ingreso de la comunidad	0.5	+1	3
Asentamientos irregulares	0.7	-1	3

Aumento de la población local	0.7	-1	2
Sobreexplotación de recursos	0.6	-3	2
Mayor demanda de servicios	0.5	-4	3
Generación de residuos	1	-5	3
Contaminación del suelo y agua	0.7	-3	3
Concentración de fauna nociva	0.5	-1	2
Disminución de la calidad del agua	0.4	-1	3
Educación ambiental	1	2	4
Creación de grupos para la orientación ambiental	0.3	1	3
Mayor afluencia de visitantes	0.2	1	2
Fomento de cultura ambiental	0.8	1	4

RAMA	Ocurrencia de impactos en rama	Impacto total de la rama	Impacto pesado
Rama 1	0.008	-7	-0.056
Rama 2	0.024	-12	-0.288
Rama 3	0.012	-12	-0.144
Rama 4	0.24	25	6
Rama 5	0.3	12	3.6
Rama 6	0.294	-11	-3.234
Rama 7	0.245	-17	-4.165
Rama 8	0.35	-26	-9.1
Rama 9	0.28	-27	-7.56
Rama 10	0.06	13	0.78
Rama 11	0.24	15	3.6
Impacto Ambiental			-10.567

Figura 24. Impacto Ambiental esperado.

Se obtuvo un valor de impacto pesado negativo no significativo debido principalmente a las actividades ligadas a la urbanización, como lo son la generación de residuos y la sobreexplotación de recursos causada por los asentamientos irregulares en la zona.

Las actividades de reforestación presentan un impacto positivo al incrementar la cobertura vegetal del Parque Estatal.

No obstante, las actividades ecoturísticas que ofrece el parque, aunque presentan un impacto benéfico, son escasas y se encuentran altamente desatendidas. Los grupos de orientación y educación ambiental son escasos y discontinuos.

Es necesario fomentar actividades ecológicas, ya sean actividades de difusión o investigación, tal como lo propone el PMPEST en el apartado VIII: Componentes y Acciones de Manejo, para alcanzar los objetivos de restauración ecológica y fomento de la educación ambiental.

RESPUESTA

Las medidas de respuesta o instrumentos de regulación para la prevención o mitigación de los deterioros son aquellas tomadas por la sociedad, ya sea el gobierno municipal, estatal o federal, para la atención de la problemática ambiental.

Marco jurídico

Mediante el decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta del Gobierno el 26 de mayo de 1977, se crea el Parque Estatal denominado “Sierra de Tepetzotlán”, ubicado territorialmente en los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca, Estado de México, con una extensión aproximada de 13,175 hectáreas (Poder Ejecutivo del Estado de México, 1977).

El Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán” se encuentra enmarcado dentro de las políticas generales contempladas en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México.

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 Prioritarias, entre otras, a las 64 Áreas Naturales Protegidas en territorio mexiquense (Poder Ejecutivo del Estado de México, 1999). Una de ellas es el Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”.

Federal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en sus artículos 26 y 115 que el Estado organizará un Sistema de Planeación Democrática que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento económico; y los municipios en términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados

para formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal, participar en la creación y administración de sus reservas territoriales y ecológicas (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2002).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece en su artículo 6° fracción X que el ordenamiento ecológico local se llevará a través de los correspondientes planes de desarrollo urbano.

Entre los instrumentos de regulación para la mitigación de deterioros, se pueden mencionar los siguientes:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)
 - * Título Primero, Capítulo II, Artículos 4° y 8°
 - * Capítulo IV, Sección II, Artículo 20° y Sección IV, Artículo 23°
 - * Título Segundo, Capítulo I, Sección I, Artículos 44° y 45° y Sección IV, Capítulo III, Artículos 79° y 84°
 - * Título IV, Capítulo IV, Artículos 135°, 136° y 137°
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General de Asentamientos humanos
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
 - * Capítulo II, Artículos 6°, 8°, 9°, 10°; y Capítulo III, Artículos 12°, 13° y 15°
- NOM-012-RECNAT-1996
- NOM-059-SEMARNAT-2001
- NOM-061-SEMARNAT-1994
- NOM-062-SEMARNAT-1994
- NOM-083-SEMARNAT-1996

Estatal

El Código para la Biodiversidad del Estado de México, en su Libro Tercero, dentro del apartado “Preservación, Fomento y Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre” establece las materias necesarias con el fin de impulsar y promover la conservación, la preservación, la rehabilitación, la remediación, el mejoramiento y el mantenimiento de los ecosistemas, la recuperación y restauración del equilibrio ecológico, la prevención del daño a la salud y deterioro a la biodiversidad y los elementos que la componen en su conjunto, la gestión y el fomento de la protección al medio ambiente y la planeación ambiental, el aprovechamiento y el uso sostenible de los elementos y recursos naturales y de los bienes ambientales para el desarrollo sostenible en el Estado (Código para la Biodiversidad del Estado de México, 2008).

La Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México ha decretado por medio del marco jurídico estatal, normas técnicas estatales ambientales (NTEA) para la atención a la problemática ambiental, entre las cuales se puede hacer mención las siguientes:

- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-segem-ae-2004, que regula la exploración, explotación y transporte de materiales pétreos en el estado de México.
- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-005-sma-rn-2005, que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el desarrollo de acciones y usos compatibles sustentables en las áreas naturales protegidas del estado de México.
- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-007-007sma-ds-2006 que establece los requisitos para elaborar el índice metropolitano de la calidad del aire.
-

- Proyecto de Norma Técnica Estatal Ambiental proy-NTEA-011-sma-rs-2008 que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el estado de México.
- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-009-sma-rn-2008 que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el uso, conservación y restauración de suelos en áreas naturales protegidas del estado de México.

La ley Orgánica del Estado de México establece en sus artículos 11 y 12, que los municipios estarán facultados para aprobar y administrar la zonificación de su municipio, así como para participar en la creación y administración de sus reservas territoriales y ecológicas. Así mismo determina que los municipios controlarán y vigilarán coordinada y concurrentemente con el gobierno del Estado, la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales.

El Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán (PMPEST) tiene como objetivo la instrumentación de obras y acciones necesarias para el manejo sustentable en los ámbitos social, económico y ambiental a corto, mediano y largo plazo.

Municipal

El bando municipal de Tepetzotlán en su Título Segundo “De la Integración División Territorial y Organización Política del Municipio” establece que Arcos del Sitio se encuentra dentro de su extensión Territorial ubicado en el Pueblo de San Miguel Cañadas (Bando Municipal Tepetzotlán, 2008).

El bando municipal de Tepetzotlán en su Título Séptimo “De los Servicios Públicos Municipales” en su Capítulo V establece las disposiciones de limpieza, recolección, transporte y destino final de los residuos en los establecimientos abiertos al público. Por otra parte, el artículo 112° del Capítulo VI “De la Prevención y Contaminación al

Ambiente”, establece a las instancias responsables de la conservación ecológica y protección al ambiente para el desarrollo sustentable del municipio (Bando Municipal Tepetzotlán, 2008).

El gobierno municipal de Tepetzotlán, ha respondido ante la problemática ambiental con Programas de Ordenamiento del Territorio y estrategias de manejo. Una de estas estrategias es la zonificación (Fig. 25), la cual permite identificar el uso más conveniente al cual debe destinarse un espacio determinado, cuidando no solo el mantenimiento de la función ecológica de sus elementos, sino también considerar los intereses de los propietarios y el cumplimiento de los objetivos y políticas del área natural.

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

1. Zona Núcleo
2. Zona de Restauración
3. Zona de Amortiguamiento
4. Zona de Proyectos
5. Zona Crítica y de Préstamo

Zona Núcleo.- Se establece como una zona importante, con fuerte restricción a las actividades humanas, esto con el propósito de mantener una superficie representativa de ecosistemas locales que conserve una dinámica ecológica estable y de alto valor ambiental. La zona núcleo posee las condiciones de mayor valor ecológico y potencial para la generación de beneficios y servicios ambientales.

Superficie total: 1,046.94 hectáreas, equivalentes a 10.16% de superficie total del Parque Estatal.

Zona de Restauración.-Se establece como una zona proyectada a alcanzar el valor de zona núcleo y que incluye a aquellas áreas que han sido afectadas de forma no muy significativa por las actividades humanas. Su propósito principal es el de proteger a la zona núcleo de los deterioros exteriores, además de restaurar las condiciones ecológico-naturales alrededor de la misma, con el fin de cerrar los espacios de bosque de encino y permitir el desarrollo de los elementos propios de los ecosistemas locales.

Superficie total: 1,273.38 hectáreas, equivalentes al 12.36% de la superficie total del Parque Estatal.

Zona de Amortiguamiento.- Esta zona contempla la mayor porción del Parque Estatal, en donde las condiciones prevalecientes han modificado las comunidades vegetales y, en gran medida, la dinámica ecológica. Con base a ello, esta zona es la más adecuada para incorporar acciones orientadas a la recuperación de la vegetación y fauna nativa, aumento de la infiltración del agua, captura de contaminantes, al control de la erosión y, en general, a mejorar sus condiciones y funciones ambientales.

Superficie total: 5,189.31 hectáreas, equivalentes al 50.38% de la superficie total del Parque Estatal.

Zona de Proyectos.- Al ser el Parque Estatal una zona de utilidad pública, y considerando que la importancia de ser ANP radica en brindar bienestar social, se hace necesario potenciar su 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, dotándolas de espacios 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.

Superficie total: 1,950.45 hectáreas, equivalentes al 18.93% de la superficie total del Parque Estatal.

Zona Crítica y de Préstamo.- Esta zona comprende todas aquellas áreas que necesitan un tratamiento especial para controlar o contener algún riesgo específico, tanto para los recursos naturales del Parque Estatal, así como para la población que habita en sus proximidades. Esta zona concentra aquellas áreas muy erosionadas o degradadas físicamente, con uso del suelo incompatible con las funciones que del ANP como: bancos de préstamo, tiraderos de basura y asentamientos humanos; aquellas que implican un riesgo para la población por concentrar elementos del medio físico potencialmente peligrosos tales como taludes no consolidados y cauces con escurrimientos torrenciales. Todos los elementos descritos representan un problema potencial, ya sea por el daño que pueden ocasionar a la población o infraestructura, o por los efectos contaminantes y degradación que ejercen sobre los recursos naturales del área, mismos que pueden llegar a ser irreversibles.

Superficie total: 839.44 hectáreas, equivalentes al 8.15% de la superficie total del Parque Estatal.

Zonificación de Arcos del Sitio

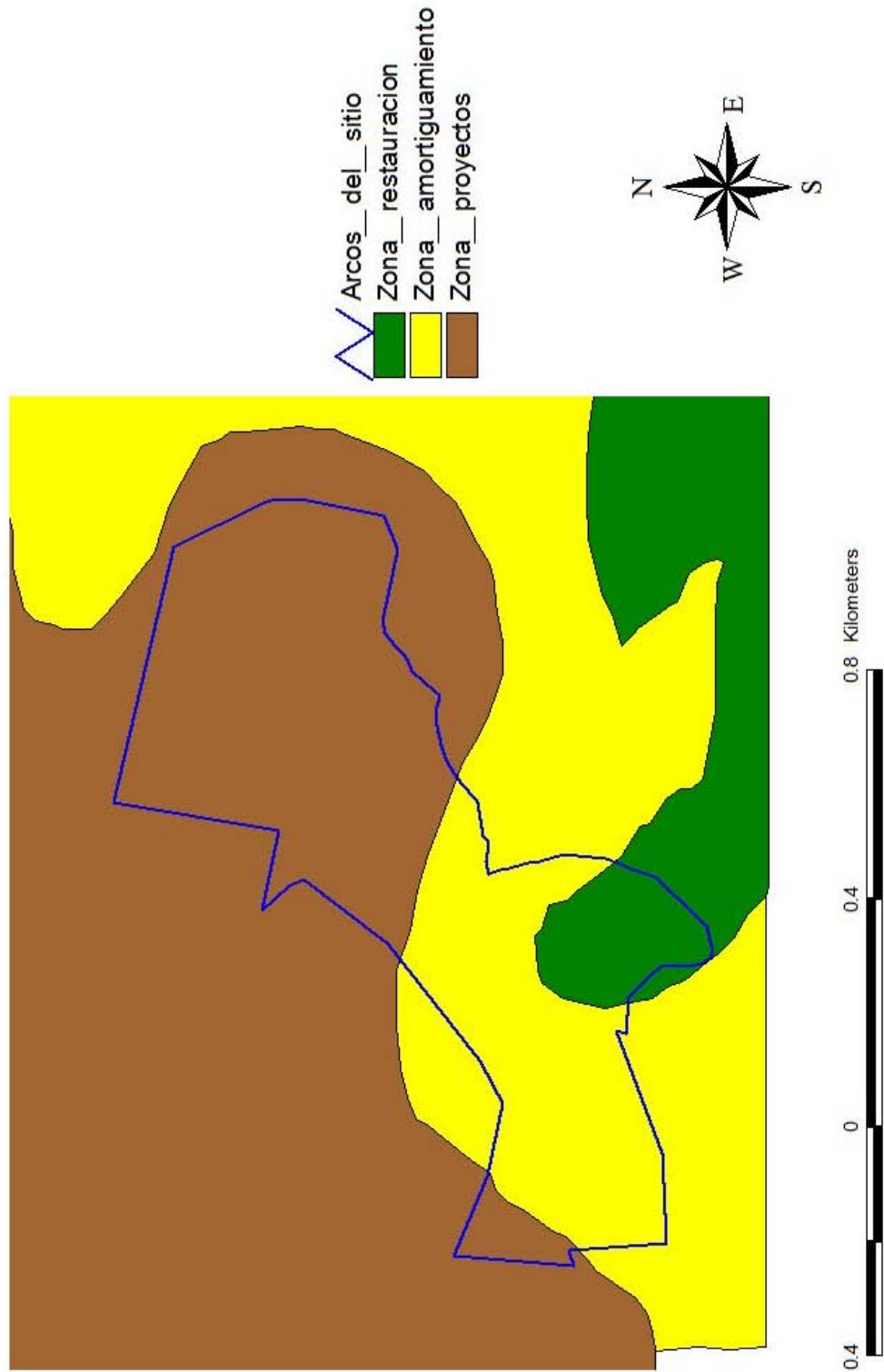


Figura 25. Zonificación de "Arcos del Sitio" en base al PMPEST.

Indicadores de desarrollo sustentable

México, al adherirse al Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable o Agenda 21, suscrito durante la *Cumbre de la Tierra* en Río de Janeiro, se comprometió a adoptar medidas nacionales y globales en materia de sustentabilidad, como también acciones orientadas a la generación de indicadores a través de los cuales se pueden medir y evaluar las políticas y estrategias de desarrollo sustentable.

De acuerdo al párrafo 40.4 de la declaración de la Agenda 21, “los indicadores de desarrollo sustentable necesitan ser desarrollados para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles y contribuir a autorregular la sustentabilidad de los sistemas integrados del ambiente y desarrollo (ONU, 2003).

El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), proporcionaron un conjunto de indicadores que contribuyen al conocimiento de la problemática de sustentabilidad y al diseño de estrategias y políticas del país.

Para contribuir a la toma de decisiones y desarrollo sustentable del municipio de Tepotzotlán, se anexa un listado de indicadores propuestos para atender la problemática ambiental en el Parque Estatal “Sierra de Tepotzotlán” (ANEXO 2).

Discusión

Dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” y sus proximidades se identificaron actividades generadoras de deterioros ambientales, de las cuales se pueden mencionar por su importancia y recurrencia las siguientes:

- Asentamientos humanos
- Extracción de materiales pétreos
- Extracción de flora y fauna silvestre
- Densidad de visita
- Generación de residuos

A su vez, se identificaron actividades con impactos benéficos dentro del parque como son:

- Reforestación
- Educación ambiental

A continuación se muestra el pronóstico Presión-Estado-Respuesta (PER) del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” y zonas de impacto cercanas dentro del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”.

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<p>Extracción de material pétreo</p>	<p>La extracción del material pétreo dentro de “Arcos del Sitio” no representa una actividad de magnitud mayor, sin embargo, es una actividad que se ha visto incrementada en los últimos años.</p> <p>Dentro del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán” existen diversos bancos de préstamo bajo explotación regulada. Estos pueden presentar un daño potencial dentro de la Sierra de Tepetzotlán al incrementar la erosión del suelo o derrumbes que ocasionen pérdidas en los ámbitos económico, paisajístico y humano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-segem-ae-2004. • Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-005-sma-rn-2005. • Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.
<p>Extracción de flora silvestre</p>	<p>La vegetación se ha visto afectada recientemente dentro del parque “Arcos del Sitio” y en las proximidades; principalmente por causas como el pastoreo, el desmonte causado por la extracción de materiales pétreos, y la extracción para uso doméstico.</p> <p>Considerando que dentro de la</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable • Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-005-sma-rn-2005. • Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-009-sma-

	<p>Sierra de Tepetzoltán se encuentra vegetación nativa del bosque esclerófilo caducifolio, es necesaria la implementación de medidas de regulación para la extracción de los recursos vegetales para evitar la pérdida de flora nativa y especies importantes del Valle de México.</p>	<p>rn-2008</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.
<p>Extracción de fauna silvestre</p>	<p>Aunque esta actividad no es reciente dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” y, en general, dentro de la Sierra de Tepetzotlán, ha sido una práctica constante.</p> <p>Las condiciones de disturbio presentes dentro de la Sierra de Tepetzotlán, como lo son el incremento de los asentamientos humanos regulares e irregulares, la pérdida del suelo forestal, y la caza y captura para el comercio ilegal, han favorecido la disminución de las poblaciones nativas importantes del Valle de México y el incremento de especies con mayor capacidad de adaptación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-059-SEMARNAT-2001 • Código para la Biodiversidad del Estado de México. 2008 • Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-005-sma-rn-2005 • Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.

<p style="text-align: center;">Asentamientos irregulares</p>	<p>Los asentamientos irregulares dentro del territorio del Parque Estatal son escasos, pero en su mayor parte se encuentran ya consolidados.</p> <p>De manera general, el incremento de asentamientos humanos irregulares ocasiona la sobreexplotación de los recursos dentro del Parque Estatal. El principal problema que existe es el uso inadecuado de la tierra y el suelo, causado principalmente por actividades de pastoreo en zonas inapropiadas para estas actividades, ocasionando la disminución de la productividad del suelo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Asentamientos humanos • Plan municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Tepetzotlán. 2003 • Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.
<p style="text-align: center;">Generación de residuos</p>	<p>La generación de residuos presenta el problema con mayor magnitud dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio”.</p> <p>Principalmente la irregularidad de los periodos de colecta de basura produce una sobre acumulación, lo que ocasiona contaminación al suelo y cuerpos de agua, y dado que se</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bando Municipal de Tepetzotlán, 2008 • Proyecto de Norma Técnica Estatal Ambiental proy-NTEA-011-sma-rs-2008

	<p>almacenan en un depósito a cielo abierto, la concentración de olores desagradables y concentración de fauna nociva dentro del parque.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plan municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Tepetzotlán. 2003 • Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos • Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.
--	--	--

Cuadro 10. Modelo Presión-Estado-Respuesta del parque Ecológico “Arcos del Sitio”

La extracción de materiales pétreos no constituye un impacto de magnitudes mayores dentro de “Arcos del Sitio”, sin embargo, es un problema presente debido a que parte de la extracción del material se hace en la desembocadura del río “Los Arcos” el cual cruza el parque en la parte sur del mismo. Si la extracción de piedra de río continúa como una actividad constante, podría generar impactos más graves como la erosión y deterioro del suelo y la contaminación del cuerpo de agua.

La extracción de vegetación dentro del parque y sus cercanías, se ha convertido en una práctica reciente relacionada con los asentamientos humanos irregulares, y otras actividades como lo son el pastoreo y la extracción de recursos para uso doméstico. Se observó que dentro del parque existen rutas de pastoreo, las cuales afectan de manera directa los recursos vegetales y el suelo principalmente, además de afectar el paisaje, lo que puede tener repercusiones negativas en el ámbito ecoturístico de “Arcos del Sitio”. Es necesaria la toma de medidas para la regulación de este recurso, principalmente por la presencia de vegetación nativa dentro del Parque Estatal, así como la presencia de dos especies amenazadas bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2001 como lo son *Nymphaea mexicana* y *Clethra mexicana*.

El uso del recurso animal ha sido una práctica constante dentro del parque y en sus proximidades a través de los años. Dentro del parque se observó una gran cantidad de aves con hábitos migratorios como las aves de presa y garzas, y algunas de ellas bajo el estatus de especies amenazadas. La Sierra de Tepotztlán se ubica dentro de la ruta migratoria del norte y cuenta con cuerpos de agua que sirven como áreas de reposo para estas. Otras especie encontrada dentro del parque que se ve afectada es *Phrynosoma obiculare*, la cual es una especie endémica y amenazada; debido a que es un reptil de carácter dócil, se convierte en una especie de fácil captura. Es importante resaltar que el uso de este recurso representa riesgos e impactos mayores, ya que pueden verse alterados las cadenas tróficas de sistemas ambientales, el desplazamiento o desaparición de especies importantes para el Valle de México.

La generación de residuos constituye el problema con mayor deterioro dentro del Parque Ecológico “Arcos del Sitio”. Los materiales de residuo se almacenan en un depósito a cielo abierto, permitiendo con esto la generación de olores desagradables y la concentración de fauna nociva, como lo pueden ser insectos y roedores, dentro del parque mismo. El principal problema de la sobre acumulación de residuosos está dado por los períodos de colecta, los cuales se presentan con irregularidad. Así mismo, la falta de vigilancia dentro del parque contribuye al mal manejo que se le da a la basura, la cual puede ser arrojada por los visitantes en zonas propensas a deterioros ambientales como el río o zonas donde se presenta vegetación nativa y mayor concentración de fauna.

Dentro del parque ecológico “Arcos del Sitio” se registraron actividades que generan impactos benéficos hacia el sistema ambiental y la sociedad en general, los cuales tienen como objetivo fundamental la conservación de los recursos, el uso sustentable de los mismos y el fomento de una cultura ambiental.

Las actividades generadoras de impactos positivos fueron las siguientes:

Reforestación	<p>Una de las actividades que frecuenta el parque es la reforestación en la región por medio de campañas ecológicas, las cuales tienen como objetivo principal detener y revertir la degradación de los elementos físicos y biológicos al mismo tiempo que se incrementa la cobertura vegetal en las proximidades de “Arcos del Sitio” y, en general, dentro del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”</p> <p>Estas campañas de reforestación representan una de las actividades de recreación propuestas dentro del parque para la conservación ecológica y manejo sustentable de los recursos.</p>
---------------	---

Cuadro 11. Campañas de reforestación.

Los instrumentos de regulación que apoyan y respaldan las actividades de reforestación son los siguientes:

- Bando municipal de Tepetzotlán, 2008.
- Código para la Biodiversidad del Estado de México. 2008
- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-005-sma-rn-2005
- Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.

Educación ambiental	<p>El Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”, tiene como objetivo fundamental el de promover la educación ambiental a través de actividades orientadas a la conservación de los recursos y fomentar una cultura ambiental a la comunidad.</p> <p>El Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental “Arcos del Sitio” representa una identidad dentro del municipio de Tepetzotlán, enmarcándose dentro de los objetivos fundamentales que persigue el Programa de Manejo del Parque Estatal, por lo que la educación ambiental dentro del parque se ha convertido en una estrategia de conservación de los recursos, figurando, junto con las actividades de reforestación, un impacto benéfico dentro del parque.</p>
---------------------	--

Cuadro 12. Educación e investigación ambiental.

Los instrumentos de regulación que apoyan y respaldan las actividades ligadas a la educación e investigación ambiental son las siguientes:

- Bando municipal de Tepetzotlán, 2008.
- Código Administrativo del Estado de México. 2001
- Código para la Biodiversidad del Estado de México. 2008.
- Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán, 2003.

Las actividades de reforestación se encuentran enmarcadas dentro del Componente Manejo de Recursos Naturales del “Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, 2003”, por lo que representan una estrategia para la conservación de la vegetación nativa y el desarrollo sustentable de los recursos. En las proximidades de

“Arcos del Sitio”, se han realizado campañas de reforestación a través de las actividades de educación ambiental que ofrece el mismo, con la finalidad de lograr la restauración ecológica del Área Natural Protegida “Sierra de Tepotzotlán”.

Bajo el Componente Educación Ambiental del “Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán, 2003” se encuentran las estrategias de conservación ligadas al fomento de cultura ambiental y actividades educativas para la sustentabilidad de los recursos. El Parque Ecológico “Arcos del Sitio” ofrece como actividades de recreación, la educación ambiental y el ecoturismo. Sin embargo, un problema que pudo observarse dentro del parque es la carencia de actividades ligadas al ecoturismo y orientación ambiental. Estas actividades son escasas y poco fomentadas a la comunidad residente y visitante del parque que, si bien representan un beneficio al sistema ambiental, al no darles continuidad y la importancia necesaria, podría perderse el carácter representativo del parque y no alcanzar los objetivos enmarcados dentro de los programas de conservación.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, las acciones propuestas para la regulación de impactos y deterioros ambientales son las siguientes:

- 1) Es necesario establecer y respetar horarios de los periodos de colecta de residuos para regular la acumulación de estos materiales.
- 2) Tomar en consideración o crear programas de reutilización de residuos dentro del parque.
- 3) Considerar los límites y lineamientos con respecto al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Tepotzotlán para delimitar las zonas consideradas como zonas urbanas y disminuir el número de asentamientos humanos irregulares.
- 4) Incrementar las campañas de reforestación del Parque Ecológico “Arcos del Sitio”.

- 5) Incrementar las actividades ligadas a la conservación ecológica y ecoturística dentro del parque ecológico “Arcos del Sitio”.
- 6) Crear o ampliar zonas de restricción al público para la conservación de recursos vegetales y animales dentro del parque.

A continuación se muestran las áreas propuestas como “zonas prioritarias de conservación” dentro del parque ecológico “Arcos del Sitio”.

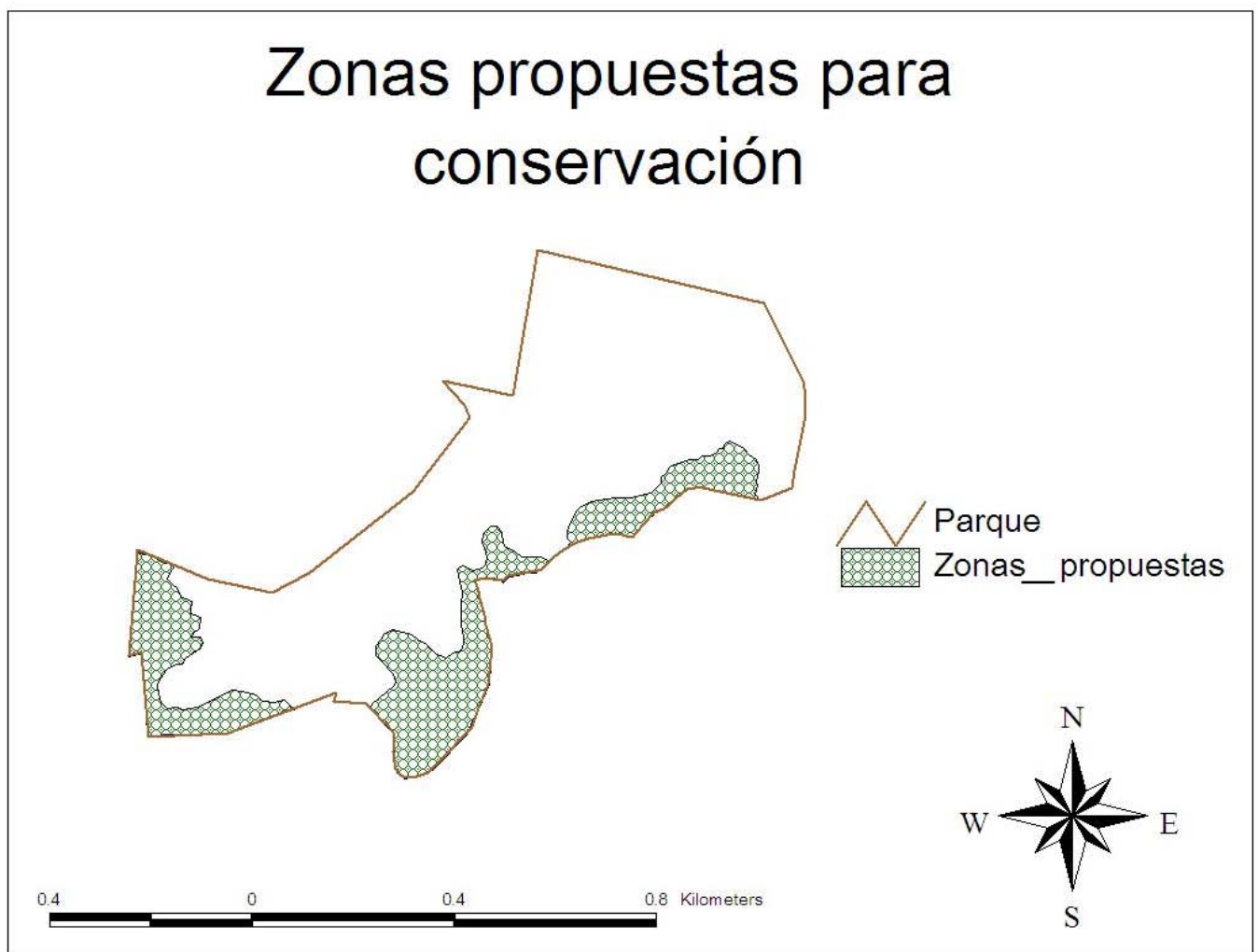


Figura 26. Zonas propuestas para conservación.

- 7) Incrementar la vigilancia dentro y fuera del parque para evitar la extracción de recursos.
- 8) Difundir el interés público en zonas con alto índice de concentración social la conservación de los recursos y el uso sustentable de los mismos.
- 9) Trabajar de manera coordinada tanto la administración del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” como la Jefatura de Ecología para dictaminar las acciones necesarias en materia ecológica para la resolución de la problemática ambiental del parque.
- 10) Trabajar en conjunción con el gobierno municipal y estatal para la administración, protección y preservación del parque como Área Natural Protegida.
- 11) Continuar con trabajos de investigación que permitan proteger la vegetación y fauna nativa del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán” para incrementar su población y distribución, ya que representan un recurso importante para el Valle de México.

Conclusiones

Dentro del parque ecológico “Arcos del Sitio” y sus proximidades, se identificaron las principales actividades generadoras de deterioros ambientales, las cuales son las siguientes: extracción de materiales pétreos, extracción de flora y fauna, asentamientos irregulares y generación de residuos.

Así mismo, se identificaron actividades de reforestación y educación ambiental, mismas que presentan un impacto benéfico hacia los recursos naturales y la sociedad en general.

La actividad que presentó mayor impacto en el área de estudio es la generación de residuos. La mala disposición de estos ocasiona sobre acumulación, lo que puede generar deterioros más graves al contaminar el suelo y los cuerpos de agua cercanos, ya que los periodos de colecta de residuos son poco recurrentes.

Dentro del parque y sus proximidades, se registraron especies animales y vegetales bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2001, por lo que hay que tomar en consideración los riesgos que pueden sobrellevar las especies al exponerse a los deterioros ambientales derivados de las presiones humanas.

Es necesario dar seguimiento a las estrategias de zonificación e incrementar la vigilancia fuera y dentro del parque para alcanzar los objetivos planteados dentro del PMPEST y utilizar los recursos sin comprometer su disponibilidad ni calidad.

El Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental “Arcos del Sitio” presenta, de manera general, poco deterioro en sus recursos naturales. Sin embargo, existen ciertas presiones que afectan de manera directa e indirecta la estabilidad ecológica del sistema ambiental, por lo que es necesario que la administración del parque tenga una participación activa para la resolución de la problemática que hasta el momento se presentan.

Referencias

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. INE. México. 213 p.p.
- Bando Municipal de Tepotzotlán, 2008. Tepotzotlán, Estado de México.
- Camarillo, J.L. & Rivera F. L. 1990. Áreas Naturales Protegidas en México y especies en extinción. Universidad Nacional Autónoma de México. 374 pp.
- Código para la Biodiversidad del Estado de México. 2008. Gaceta de Gobierno 29 de mayo del 2008. Toluca, Estado de México.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 2002.
- Del Olmo, L. G. & E. Roldán. 2007. Aves Comunes de la Ciudad de México. Bruja de Monte. México. 144 pp.
- García, L. 2004. Aplicación de análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Universidad Autónoma de Cataluña.
- Gobierno del Estado de México. 2007. Diagnóstico ambiental, relleno sanitario y Cromatos de México. Municipio de Tultitlán, México. 25 pp.
- Hardi, P. and Pinter, L. 1995. Models and methods of measuring sustainable development performance: revised draft discussion report prepared for the Sustainable Development Coordination Unit, Executive Council, Government of Manitoba. International Institute for Sustainable Development; IISD. Winnipeg: IISD, 1995. 35 p.
- INE. 1999. Indicadores Ambientales. Presión-Estado-Respuesta
- INEGI. 2000. Indicadores de Desarrollo Sustentable.

- INEGI. 2000. XII Censo de Población y Vivienda.
- Ley General de Asentamientos Humanos.
- Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Instituto Nacional de Ecología
- OCDE. Organization for Economic Co-operation and Development. 1993. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. Paris.
- ONU. Cumbre para la Tierra, Programa 21. Organización de las Naciones Unidas. 2003.
- Plan municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Tepetzotlán. 2003. Gobierno del Estado de México. 344 p.p.
- Pinter, L., Cressman, D.R. & Zahedi, K. 1999. Capacity Building for Integrated Environmental Assessment and Reporting: Training Manual. United Nations Environment Programme (UNEP), International Institute for Sustainable Development (IISD) & Ecologistics International Ltd.
- Poder Ejecutivo del Estado de México. 1977. Decreto del Ejecutivo del Estado por el que se crea el Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán". Gaceta de Gobierno 26 de mayo de 1977. Toluca, Estado de México.
- Poder Ejecutivo del Estado de México. 1999. Acuerdo del Ejecutivo del Estado por el que se expide el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. Gaceta de Gobierno 4 de junio de 1999. Toluca, Estado de México.

- Programa de Manejo del Parque Estatal “Sierra de Tepetzotlán”. 2003. Gobierno del Estado de México. 91 p.p.
- Quiroz Ayala Ana. 2002. Diagnóstico ambiental del municipio de Tultitlán, Edo. Méx. FES IZTACALA. UNAM.
- Sánchez, L. 1997. Curso Internacional de Aspectos geológicos de Protección Ambiental. Capítulo 3: Evaluación de Impacto Ambiental. Departamento de Ingeniería de Minas. Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paolo. Brasil. P. 36-38.
- Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1997. Diseño de una estrategia municipal para la descentralización, Obra Inédita: Coordinación General de Descentralización, Subsecretaría de Planeación, SEMARNAP.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Agenda Municipal para la Gestión Ambiental. SEMARNAT.
- Steubing, L. 2002. Métodos de ecología vegetal. Editorial Universitaria. Chile
- Wathern, P. 1988. An introductory guide to EIA. En: P. Wathern (org.), Environmental impact assessment. Theory and practice. Unwin Hyman, London, p. 3-30.
- Wingorad, M; Fernández , N. y Messias, R. 1995. Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores Ambientales y Sustentabilidad para la toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe.

ANEXO 1: ENCUESTA

A continuación se te presenta un conjunto de preguntas que busca identificar la percepción de los residentes y visitantes del Parque Ecológico “Arcos del Sitio” en cuanto al manejo o uso de los recursos naturales (agua, flora, fauna, etc.) económicos (casa habitación y servicios públicos) y sociales (sitios de interés arqueológico, museos, etc). Tu opinión es muy importante por tener un interés en visitar o residir en el parque y tiene como fin conocer los recursos con los que cuenta tu localidad.

La información que aportes nos será de gran utilidad y, por ello, será tratada con suma confidencialidad.

I. Datos generales:

Edad _____ años.

- 1.1 Ocupación _____
1.2 Años radicando en el municipio _____ años.

II. Aspecto económico.

Instrucciones: Marca en el o los incisos la(s) respuesta(s) que consideres adecuada.

- 2.1 ¿Cuántos habitantes residen en tu casa?
a) vivo sólo
b) 2
c) 3
d) más de 3
- 2.2 ¿Cuentas con alguno de estos servicios públicos?
a) agua potable
b) electricidad
c) teléfono
d) otros. Especifica cuáles si lo deseas _____

III. Aspecto social y cultural.

- 3.1 ¿Tu localidad cuenta con algún sitio de interés cultural?
a) museo
b) parque o reserva ecológica
c) sitio arqueológico
d) otros. Especifica cuáles si lo deseas _____
- 3.2 Tu localidad cuenta con algún programa educativo de:
a) participación ciudadana
b) educación ambiental y/o manejo de residuos y basura
c) recreación y espacios de esparcimiento
d) No estoy seguro(a)
- 3.3 ¿Tu localidad cuenta con vías de acceso al parque?
a) Sí, están en buenas condiciones
b) Sí, pero necesitan mantenimiento
c) No, no se encuentran.
d) No lo sé. No lo he notado

IV. Aspecto ambiental.

4.1 ¿Haces uso de alguno de estos recursos vegetales?

- a) hierbas
- b) madera
- c) leña
- d) ninguno

4.2 ¿Haces uso de algunos de estos recursos animales?

- a) animales domésticos (perros, gatos, pericos, etc.)
- b) animales domésticos de uso diferente a mascotas (vacas, borregos, pollos, etc.)
- c) animales silvestres (conejos o liebres, zorros, aves no domésticas, etc.)
- d) ninguno

4.3 ¿Has observado alguno o varios animales silvestres en tu localidad?

- a) sí
- b) no
- c) no me he fijado

4.4 Si tu respuesta anterior fue “ sí ”, ¿puedes mencionar cuáles?

4.5 Hace algunos años ¿podías observar una mayor variedad de plantas?

- a) No, todo parece estar igual
- b) Sí, anteriormente había mayor variedad.

4.6 Hace algunos años ¿podías observar una mayor variedad de animales?

- a) No, todo parece estar igual
- b) Sí, anteriormente había mayor variedad

4.7 ¿Qué manejo le das a la basura?

- a) La arrojo al bote de la basura
- b) La separo en botes especiales (vidrio, plástico, etc.) para enviarla a un lugar donde puedan reciclarla
- c) Reutilizo la que puedo para darle un uso después (botellas, envolturas, bolsas, cajas, etc.)

4.8 ¿Crees que es importante conservar los recursos naturales (agua, vegetación, animales domésticos y silvestres, etc.) de tu localidad?

- a) Sí, es importante.
- b) No, no es importante
- c) No estoy seguro(a)

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

Si lo deseas, puedes mencionarnos cuál es tu opinión acerca de la encuesta y de su contenido. De no ser así, nuevamente muchas gracias por contribuir en este trabajo.

ANEXO 2:

INDICADORES DE DESARROLLO SUSTENTABLE

GASTO EN PROTECCIÓN AMBIENTAL COMO PROPORCIÓN DEL PIB

Definición

El gasto en protección ambiental es el realizado para evitar, reducir y eliminar la contaminación, así como cualquier otra degradación del ambiente.

Propósito

Mide los esfuerzos llevados a cabo por un país para proteger/restaurar el ambiente. De manera alternativa, puede interpretarse como una medida de los costos económicos que enfrenta la sociedad para proteger su ambiente.

Gasto en protección ambiental como proporción del PIB, 1990-1998
 (Millones de pesos a precios corrientes)

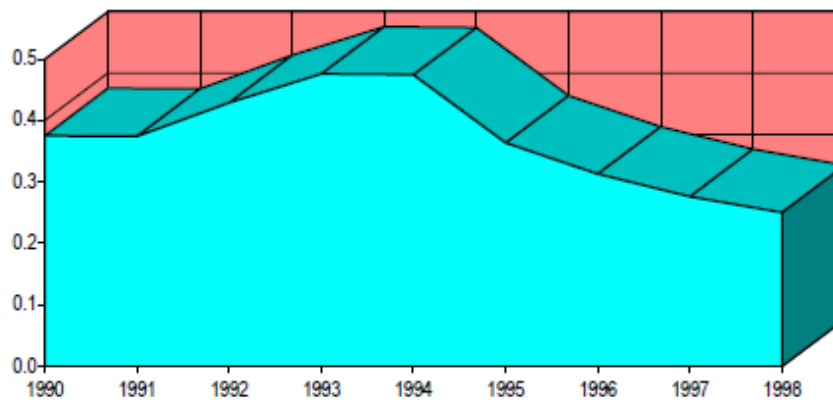
Año	PIB ¹	Gasto en protección ambiental ²	Gastos en Protección/PIB (%)
1990	676 067.0	2 536	0.38
1991	868 219.2	3 248	0.37
1992	1 029 004.6	4 414	0.43
1993	1 155 132.2	5 494	0.48
1994	1 306 301.6	6 190	0.47
1995	1 678 834.8	6 096	0.36
1996	2 296 674.6	7 182	0.31
1997	2 873 273.0	7 934	0.28
1998	3 516 344.8	8 643	0.25

¹ PIB en valores básicos.

² Se refieren a los utilizados exclusivamente en los rubros del presupuesto ejercido, discriminando aquellos que aunque estuvieron programados no se ejercieron, así como aquellos que no incidían directamente en la protección ambiental.

Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1988-1998, México 2000.

Participación porcentual de los gastos en protección ambiental con respecto al PIB, 1990-1998



Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1998, México 2000.

CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA POR HABITANTE

Definición

Es la cantidad de agua que consume una persona para beber, limpieza, preparación de alimentos y otros usos domésticos, incluido el riego de jardines. Cuando el uso de agua es habitual para los animales domésticos, estas necesidades se incluyen en la evaluación.

Propósito

El indicador evalúa la cantidad de agua disponible y/o necesaria para los individuos de una determinada comunidad, de forma que satisfagan sus necesidades básicas. También ayuda a identificar las comunidades donde estos requerimientos básicos no están siendo satisfechos, permitiendo la planificación y priorización de acciones para el suministro adecuado de agua.

Cobertura de los servicios de agua potable, 1998

Clima	Población rural (litros/hab/día)	Población urbana (litros/hab/día)
Cálido	185	242
Semi-cálido	130	197
Templado	100	175

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua, *Compendio básico del agua en México*, México 1999.

CAMBIOS EN LA CONDICIÓN DE LAS TIERRAS

Definición

Cambios desglosados por tipo y ubicación geográfica, en las condiciones, idoneidad y naturaleza de las tierras. Estos cambios pueden deberse a factores antropogénicos o naturales, entre los que figuran: condiciones físicas del suelo, diversidad o la densidad de la cubierta vegetal, espesor de la capa arable, capas alcalinas; construcción de bancales, creación de fajas de vegetación en curvas de nivel, etcétera.

Propósito

Medir los cambios en la capacidad productiva, la calidad ambiental y la sustentabilidad de las tierras. Este indicador es particularmente relevante para países donde la calidad de la tierra es vital para las actividades agroalimentarias.

Superficie y porcentaje de los tipos de degradación de suelos a nivel nacional, 1999

Tipo de degradación del suelo	Superficie (km ²)	Porcentaje ¹
Erosión hídrica		
Pérdida de la capa superficial	495 668.85	25.30
Deformación del terreno	227 760.40	11.63
Sedimentaciones	1 222.19	0.06
Erosión eólica		
Pérdida de la capa superficial	285 856.25	14.59
Deformación del terreno	5 855.15	0.30
Degradación química		
Pérdida de nutrientes	31 171.91	1.59
Gleyzación	12 989.26	0.66
Salinidad	62 421.15	3.19
Contaminación	25 967.18	1.33
Degradación física		
Urbanización	7 489.16	0.38
Aridificación	10 789.66	0.55
Compactación	5 473.20	0.28
Inundaciones	11 145.64	0.57
Degradación biológica	70 817.45	3.61
Total	1 254 627.45	64.04

¹ Respecto a la superficie total del país: 1 959 248 km², con base en el Marco Nacional actualizado en 1996 (carta topográfica escala 1: 250 000) y División del Marco Geoestadístico Estatal 1995.

Fuente: Semamap, con base en el Inventario Nacional de Suelos, inédito, 1999.

La interpretación de este indicador sería más significativa si se examinara conjuntamente con los cambios en el uso del suelo, como también con indicadores sociales, económicos, ambientales e institucionales: tasa de crecimiento demográfico, tasa de crecimiento de la población urbana, densidad de población, reservas energéticas y minerales, tierras afectadas por la desertificación, estrategias de desarrollo sustentable, entre otros.

CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO

Definición

Superficie total afectada en hectáreas como porcentaje de la superficie total de tierras.

Propósito

Poner de manifiesto los cambios en los usos de producción o protección de los recursos de la tierra a fin de facilitar la planificación y el desarrollo de políticas sostenibles con respecto al uso de la tierra.

Cambios en el uso del suelo, 1980 y 1996

Uso del Suelo	Superficie (km ²)		Diferencia (km ²)	Variación en % de la Superficie
	1980	1996		
Zonas urbanas	2 592	5 689	3 097	119.48
Pastizales y sabanas ¹	221 438	284 109	62 671	28.30
Agricultura ²	60 516	67 432	6 916	11.43
Otros usos ³	60 516	67 432	6 916	11.43
Bosques	334 097	341 872	7 775	2.33
Selvas	373 153	331 970	-41 183	-11.04
Matorrales y vegetación desértica ⁴	669 126	593 200	-75 926	-11.35
Cuerpos de Agua	10 738	8 687	-2 051	-19.10

¹ Incluye pastizales naturales, inducidos, cultivados y halófitos.

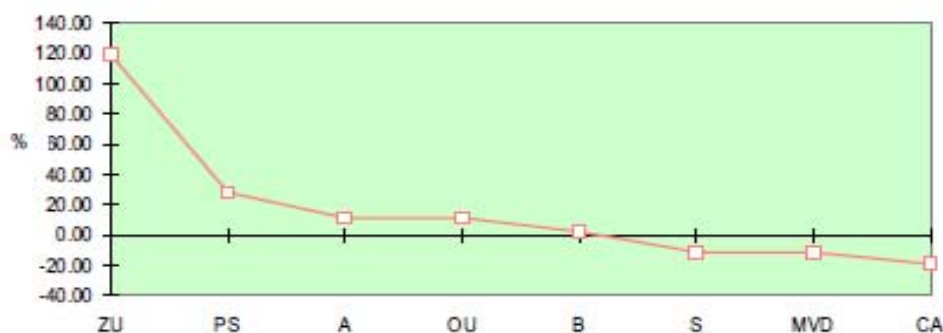
² Incluye agricultura de temporal, de humedad y de riego.

³ Incluye vegetación de palmar, manglar, acuática (hidrófila), vegetación de dunas, de galería, halófila, áreas sin vegetación.

⁴ Incluye matorral, chaparral, mezquital, nopales, vegetación de desierto y vegetación gipsófila.

Fuente: Semarnap, con base en INEGI, Cartografía de Uso del Suelo y Vegetación.

Variación de la superficie del suelo según los principales usos, 1996/1980



ZU: Zonas urbanas PS: Pastizales y sabanas A: Agricultura OU: Otros usos B: Bosques
 S: Selvas MVD: Matorrales y vegetación desértica CA: Cuerpos de agua

Fuente: Semarnap, con base en INEGI, cartografía de Uso del Suelo y Vegetación.

La interpretación de este indicador sería más significativa si se examinan conjuntamente con el indicador de cambios en la condición de las tierras, como también con otros indicadores tales como: sociales, económicos, ambientales e institucionales: tasa de crecimiento demográfico, tasa de crecimiento de la población urbana, densidad de población, reservas energéticas y minerales, tierras afectadas por la desertificación, estrategias de desarrollo sustentable, entre otros.

TIERRA CULTIVABLE POR HABITANTE

Definición

Superficie de tierras cultivables, es decir, de tierras dedicadas a la producción de cosechas, expresada por habitante.

Propósito

Mostrar la cantidad del área de tierra cultivada disponible para la producción de alimentos. Para ser útil, debe estar disponible en series de tiempo.

Tierra cultivable por habitante, 1990-1998

Año	Tierra de cultivos ¹ (miles de ha)			Tierra cultivable por habitante (ha)		
	Total	Cíclicos	Perennes	Total	Cíclicos	Perennes
1990	19 729.8	15 952.2	3 777.6	0.24	0.19	0.05
1991	19 260.7	15 321.6	3 939.7	0.23	0.18	0.05
1992	19 561.8	15 011.6	4 550.2	0.23	0.17	0.05
1993	19 205.9	14 682.2	4 523.7	0.22	0.17	0.05
1994	20 997.3	16 409.4	4 587.9	0.23	0.18	0.05
1995	20 920.0	16 520.5	4 399.5	0.23	0.18	0.05
1996	21 338.9	16 784.7	4 554.2	0.23	0.18	0.05
1997	22 109.6	17 114.6	4 995.0	0.24	0.18	0.05
1998	21 982.3	17 065.8	4 916.5	0.23	0.18	0.05

¹ Es la superficie sembrada. Incluye áreas de riego y de temporal.

Fuente: Sagar, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos (varios años).

Este indicador está relacionado principalmente con otras medidas sobre tierras, tales como: tierras agrícolas afectadas por salinización y anegamiento, superficie de bosques y superficie de los asentamientos humanos. También está vinculado con indicadores demográficos, como la tasa de crecimiento demográfico, la densidad de población, entre otros.

INTENSIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA

Definición

El indicador calcula la tala total de bosques como porcentaje del incremento anual neto. En otras palabras, compara la cantidad de madera cortada al año, o durante otro periodo de tiempo, o la recolección de cualquier otro producto forestal, con el incremento anual de bosques. Si se desconoce el incremento anual, el dato se puede sustituir por el de tala admisible.

Propósito

Determinar si los bosques se están utilizando dentro de los límites de su productividad real. Si la relación es inferior o igual a uno, ello significa que el país está talando una cantidad, inferior o igual, al incremento forestal anual. Ello representa el principio de un rendimiento sustentable. Si la relación es superior a uno, el país está explotando en exceso sus recursos madereros. u otro recurso forestal específico.

Intensidad de la producción de madera, 1998

Recursos maderables en las áreas arboladas del país	2 803 millones de m ³
Incremento anual de los recursos maderables (A)	30.6 millones de m ³
Aprovechamiento anual de bosques (B)	8.3 millones de m ³
Proporción (B/A)	0.27

Fuente: Semamap, Dirección General Forestal, 1999. Estimaciones con base en: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, *Inventario Nacional Forestal Periódico, 1992-1994*, México, 1994.

Los recursos maderables en las áreas arboladas del país se han estimado en 2,803 millones de metros cúbicos en rollo, con un incremento anual de 30.6 millones de metros cúbicos, lo que da idea del potencial maderable del país. La interpretación de este indicador se magnifica cuando se combina con la superficie de bosques protegidos, los cambios en el uso y la condición de la tierra; también se relaciona con indicadores socioeconómicos tales como el porcentaje de industrias del sector manufacturero que dependen de los recursos forestales.

VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE DE BOSQUES

Definición

Variaciones de la superficie cubierta de bosques naturales y de plantaciones.

Propósito

Mostrar la superficie cubierta de formaciones boscosas en una región/país a lo largo del tiempo.

Variaciones de la superficie cubierta de bosques naturales y de plantaciones, 1950-1995 (Millones de hectáreas)

Periodo	Millones de Hectáreas			
	Variación de la superficie de bosques	Deforestación total	Deforestación anual	Variación de la superficie de plantaciones comerciales
Original a 1950	98.0-77.8	20.2	-	na
1950-1970	77.8-67.8	10.0	0.5	nd
1970-1980	67.8-60.8	7.0	0.7	0.0085
1980-1990	60.8-56.8	4.0	0.4	0.0085
1990-1995	56.8-55.3	1.5	0.3	0.01

na: No aplicable.

nd: No disponible.

Fuente: Semarnap, Dirección General Forestal, 1999. Estimaciones con base en: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Inventario Nacional Forestal Periódico, 1992-1994, México, 1994.

Superficie total de reforestación, 1995-1998

Total de Entidades Federativas	1995	1996	1997	1998	Total
Árboles	210 994 200	274 648 831	324 529 608	268 175 143	1 331 657 782
Hectáreas	64 048	109 830	139 629	206 621	571 193

Fuente: Semarnap, Dirección General Forestal, 1999. Estimaciones con base en: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Inventario Nacional Forestal Periódico, 1992-1994, México, 1994.

La cuantificación de la superficie cubierta de bosques y plantaciones en México es evaluada a través del Inventario Nacional Forestal Periódico, el cual de acuerdo con la Ley Forestal y su Reglamento es realizado cada 10 años. A la fecha se han realizado tres inventarios nacionales forestales: el primero de 1960 a 1985, el segundo en 1992 y el tercero en 1994, con fines, objetivos, metodologías y escalas diferentes, por lo que su comparación debe efectuarse bajo ciertas reservas. (Para el año 2000 se tiene programado la ejecución del cuarto inventario nacional forestal). En el caso específico de las plantaciones forestales comerciales, la información se actualiza por registro administrativo cada 3 meses.

PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL ADMINISTRADA

Definición

Porcentaje de la superficie de bosques a la que se aplica efectivamente planes de manejo forestal aprobados a nivel oficial.

Propósito

Representa la proporción porcentual de bosques regulados, según un plan de manejo forestal aprobado por el organismo nacional encargado de la silvicultura en un año dado.

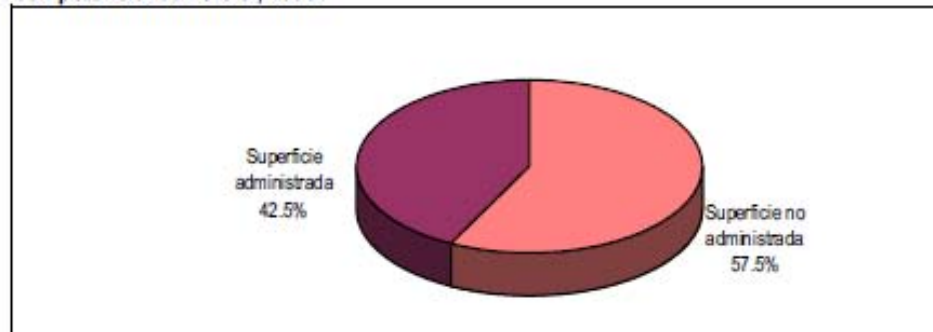
Superficie administrada de bosques, 1998

Tipo de vegetación	Total de superficie	Superficie con potencial comercial	Superficie bajo manejo	Porcentaje de la superficie administrada
	(Millones de hectáreas)			
Bosque de coníferas y hojisas	30.4	20	8.5	42.5
Selvas	26.4	-	-	-

< No se mide.

Fuente: Semamap, Dirección General Forestal, 1999.

Porcentaje de superficie administrada con respecto a la superficie con potencial comercial, 1998



Fuente: Semamap, Dirección General Forestal, 1999.

Este indicador adquiere una significación mayor si se relaciona con los cambios en el uso y la condición de las tierras, la intensidad de la producción de madera, la superficie de bosques protegidos, las tierras cultivables, las especies amenazadas, entre otros.

PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL PROTEGIDA RESPECTO A LA SUPERFICIE FORESTAL TOTAL

Definición

Zona protegida es un área en tierra o en mar especialmente dedicada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, los recursos naturales y los recursos culturales conexos, y es regulada mediante instrumentos jurídicos o de otra índole (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN).

Propósito

Este indicador mide la parte de la superficie total de bosques demarcada con fines de protección. Comprende zonas destinadas a la protección de la flora y fauna silvestres, de ecosistemas especiales, recursos hídricos y del suelo, etc. Cuanto mayor es el porcentaje del indicador, mejor es la actuación del país en el ámbito de la protección y la conservación de sus recursos forestales.

Porcentaje de la superficie administrada de bosques, 1998

Tipos de vegetación	Superficie total de bosques (ha)	Superficie de bosques protegidos (ha) ¹
Bosque templado (coníferas y encinos)	32 343.012	968 148
Bosques mesófilo de montaña	1 771 112	131 564
Selva húmeda (selva perennifolia)	11 103 702	1 528 418
Selva subhúmeda (selva caducifolia)	24 812 943	528 267
Manglar	1 108 063	436 368
Vegetación de galería	124 311	3 418
Total	71 263 143	3 596 183
Porcentaje	100. %	5.05%

¹ Estos datos sólo corresponden a las áreas naturales protegidas federales; excluye las estatales.
 Fuente: Semamap, con base en datos de INEGI, 1999.

La interpretación de este indicador será más útil si se compara en el tiempo y si se relaciona con otros indicadores tales como: superficie protegida como porcentaje total de la superficie de tierras, la intensidad de la producción de madera, superficie de bosques, cambios en el uso de la tierra, especies amenazadas, entre otros.

ESPECIES AMENAZADAS RESPECTO AL TOTAL DE ESPECIES NATIVAS

Definición

Número de especies en riesgo de extinción en proporción al número total de especies nativas.

Propósito

Representar el mantenimiento o la pérdida de la diversidad de especies.

Especies en peligro de extinción respecto al total existente

Clasificación	Total existente	En peligro de extinción	Porcentaje
Mamíferos	491	45	9.2
Aves	1 060	50	4.7
Reptiles	701	16	2.3
Anfibios	290	7	2.4
Peces	506	59	11.7
Vertebrados (total)	3 048	177	5.8
Flora	755 ¹	335	42.0

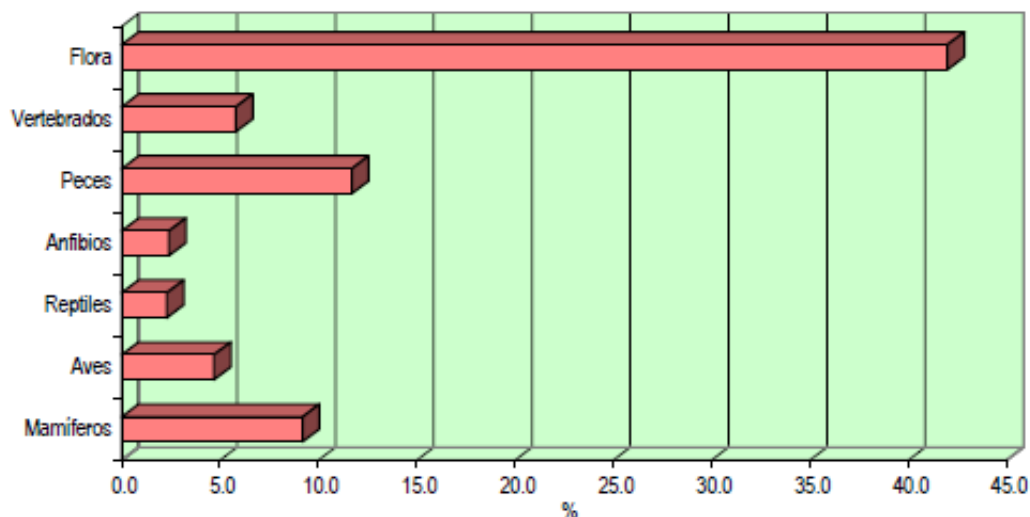
¹ Incluye flora y hongos.

Total existente: Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad.

Fuente: INE/SEDESOL, Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental, México, 1994.

INE/Semarnap, Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural, México, 1997.

Porcentaje de especies en peligro de extinción respecto al total existente



Fuente: INE/SEDESOL, Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental, México, 1994.

INE/Semarnap, Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural, México, 1997.

SUPERFICIE PROTEGIDA COMO PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TOTAL

Definición

Comprende la superficie de tierras protegidas (incluidas las superficies de agua dulce), expresada como porcentaje de la superficie total de tierras (y de agua dulce); y la superficie marina protegida como porcentaje de la superficie marina total.

Propósito

Representa la medida en que se protegen contra usos incompatibles las zonas que son importantes para la biodiversidad, el acervo cultural, la investigación científica (incluida la vigilancia básica), las actividades recreativas, el mantenimiento de los recursos naturales y otros fines.

Áreas naturales protegidas¹ respecto al territorio nacional, 1990-1999 (Hectáreas)

Concepto	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total de áreas protegidas	76	77	82	85	96	99	104	105	113	117
Parques nacionales	56	55	55	55	57	58	61	61	64	64
Hectáreas	750 782	750 782	750 782	750 782	1 136 788	1 143 899	1 371 141	1 371 141	1 397 225	1 395 953
Reserva de la biosfera	8	8	10	13	16	18	19	20	23	26
Hectáreas	4 443 077	4 443 077	4 807 658	6 470 112	7 240 698	7 552 876	7 697 236	8 080 803	8 781 039	9 163 276
Área de protección de recursos naturales	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Hectáreas	117 906	117 906	117 906	117 906	117 906	117 906	117 906	117 906	117 906	117 906
Área de protección de flora y fauna	1	1	2	2	8	8	9	9	11	11
Hectáreas	37 302	37 302	49 487	49 487	1 567 612	1 567 612	1 660 502	1 660 503	1 667 717	1 667 717
Monumentos naturales		1	3	3	3	3	3	3	3	4
Hectáreas		6 045	13 023	13 023	13 023	13 023	13 023	13 023	13 023	14 099
Otras categorías ²	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Hectáreas	371 101	371 101	371 101	371 101	371 101	371 101	371 101	371 101	371 101	371 101
Porcentaje de la superficie nacional ³	2.91	2.91	3.11	3.95	5.31	5.47	5.71	5.90	6.27	6.47
Total	5 720 168	5 726 213	6 109 957	7 772 411	10 447 128	10 766 418	11 230 909	11 614 477	12 328 011	12 730 052

¹ Datos acumulados para cada año. Los datos son susceptibles de cambiar con posterioridad a consecuencia de adiciones, conforme el análisis y evaluación de las áreas naturales protegidas para su recategorización, derogación o abrogación.

² Incorpora aquellas áreas incluidas en categorías de manejo que, conforme a las modificaciones a la *Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente* del 13 de diciembre de 1996, fueron derogadas.

³ Incluye áreas continentales y marinas sin desglosar. Base de cálculo: 1 967 183 km².

Fuente: Semarnap. En: Poder Ejecutivo Federal, *Quinto Informe de Gobierno 1999*, México, 1999. Con datos actualizados de 1999 por la Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas, Dirección Técnica de ANP, INE/SEMARNAP, 2000.

GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS INDUSTRIALES Y MUNICIPALES

Definición

La cantidad de desechos sólidos industriales y municipales se calcula a partir del volumen generado en el lugar de producción.

Propósito

Reflejar la producción de desechos sólidos como resultado de todas las actividades de los asentamientos humanos.

Generación nacional de desechos sólidos municipales e industriales no peligrosos, 1995-1999

	1995	1996	1997	1998	1999
Gramos/habitante/día	828	832	837	841	850

Nota: Desecho sólido municipal: Aquel que se genera en casas habitación, parques, jardines, mercados, comercios, bienes muebles, demoliciones, construcciones, instituciones, establecimientos de servicio en general y todos los generados en actividades municipales que no requieren técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios y centros de investigación.

Fuente: SEDESOL, Dirección de Residuos Sólidos, 2000.

Este indicador está estrechamente relacionado con el nivel de la actividad económica de un país. También refleja las pautas de intensidad de uso de las materias primas y otros recursos naturales. Las variaciones en el tiempo podrían indicar cambios en los patrones de consumo tanto en los procesos industriales como de la población en general y en la adopción de procesos de reciclado y reutilización.

GASTO EN MANEJO DE DESECHOS

Definición

Total de gastos en que han incurrido las entidades gubernamentales, las empresas públicas, los municipios o el sector privado para el tratamiento de todos los desechos.

Propósito

Este indicador trata de reflejar el tipo y el nivel de los servicios prestados y los esfuerzos a todos los niveles del gobierno y del sector privado por reducir los riesgos que supone para la salud humana y el medio ambiente la exposición a los desechos.

Gasto en tratamiento de desechos¹, 1990-1996 (Miles de dólares)

Concepto	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Inversión							
Desechos ²	127 536	36 067	52 560	21 837	51 257	28 421	22 740
Gasto público total ³	393 891	291 819	367 970	439 410	427 344	248 895	262 896
Gasto corriente							
Desechos ²	4 348	147 945	219 318	239 362	223 677	124 780	122 195
Gasto público total ³	492 217	784 560	1 058 368	1 324 199	1 406 648	700 843	682 114
Gasto total							
Desechos ²	131 884	184 012	271 878	261 199	274 934	153 201	144 935
Gasto público total ³	886 107	1 076 379	1 426 338	1 763 609	1 833 991	949 738	945 010

¹ Los datos cubren la mayor parte del gasto en protección ambiental del sector público: Gobierno General, Secretarías de Estado y Gobierno del Distrito Federal. Conversión con el tipo de cambio para solventar obligaciones en moneda extranjera. De las empresas públicas se incluyen los principales organismos descentralizados productores de bienes y servicios, tales como: Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad, entre otros.

² Se registraron las actividades de recolección y tratamiento sin poder distinguir entre residuos municipales, industriales, ordinarios o peligrosos.

³ Además del gasto en tratamiento de desechos, los otros rubros contenidos en este total son: aguas y suelos, aire y "otros".

Fuente: INEGI, con base en la información de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal y el Presupuesto de Egresos de la Federación para los años de estudio. Datos preparados para el reporte de Semarnap a la OCDE sobre gastos de abatimiento y control de la contaminación.

La información disponible sobre gastos para el tratamiento de desechos es demasiado agregada todavía. Registran las actividades de recolección y tratamiento, sin distinguir las erogaciones por tipo de desechos, sean municipales o industriales, ordinarios o peligrosos. Tampoco existe desglose de los gastos en equipamiento y por operación, mantenimiento, combustible y sueldos de personal.

RECICLADO Y REUTILIZACIÓN DE DESECHOS

Definición

Proporción que se reutiliza o recicla del volumen de desechos generados por habitante.

Propósito

Medir el porcentaje de desechos sólidos que se reutilizan o reciclan.

Reciclaje de desechos generados a nivel nacional, 1991-1998 (Miles de toneladas)

Producto	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Papel, cartón y productos de papel								
Volumen de basura generada	2 963	3 090	3 952	4 146	4 292	4 496	4 118	4 298
Volumen de basura reciclada	61	63	81	85	88	92	84	88
Vidrio								
Volumen de basura generada	1 242	1 296	1 657	1 738	1 800	1 885	1 727	1 802
Volumen de basura reciclada	48	50	64	67	69	72	66	69
Metales (aluminio)								
Volumen de basura generada	336 997	351 480	449 433	471 559	488 154	511 350	468 154	488 808
Volumen de basura reciclada	19	19	25	26	27	28	26	27
Metales no ferrosos								
Volumen de basura generada	104 259	108 739	139 043	145 889	151 023	158 199	144 898	151 225
Volumen de basura reciclada	6	6	8	8	8	8	8	8
Metales ferrosos								
Volumen de basura generada	168 499	175 740	226 121	237 253	245 602	257 273	235 613	245 932
Volumen de basura reciclada	9	10	12	13	13	14	13	14
Plásticos								
Volumen de basura generada	922 530	962 178	1 230 322	1 290 893	1 336 321	1 339 822	1 282 132	1 338 112
Volumen de basura reciclada	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40	0.40	0.30	0.40
Llantas usadas								
Volumen de basura generada	159 926	166 799	213 284	223 784	nd	nd	nd	nd
Volumen de basura reciclada	1	1	2	2				
Otros								
Volumen de basura generada	313 829	327 316	418 534	439 139	454 539	476 195	436 159	455 202
Volumen de basura reciclada	0.15	0.16	0.20	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22

nd: No disponible.

Fuente: SEDESOL, Dirección de Residuos Sólidos, 2000.

El reciclado y la reutilización constituyen un componente esencial de la gestión sustentable de los desechos sólidos. A medida que crecen las ciudades, los sumideros disponibles para la eliminación de los desechos se vuelven insuficientes, por lo que es preciso trasladarlos a mayores distancias.

Por ello, el indicador debe tener en cuenta todas las fuentes de reciclado y los métodos alternativos de este proceso.

ELIMINACIÓN DE DESECHOS MUNICIPALES

Definición:

Este indicador se refiere al volumen de desechos recolectados y eliminados por medios oficiales, ya sea depositándolos en vertederos, incinerándolos o mediante algún otro proceso. La generación de desechos municipales puede considerarse una alternativa a este indicador.

Propósito

El volumen de desechos eliminados por la autoridad municipal competente es un indicador que refleja la eficiencia de la prestación de servicios de gestión de desechos. Además, si se compara con la tasa de generación, facilita información sobre la cantidad de desechos que se eliminan indiscriminadamente y sobre la cantidad de desechos que reciclan y reutilizan el sector oficial y el sector no estructurado.

Situación de manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales, 1995-1999

Año	Generación (Millones toneladas/año)	Disposición en rellenos sanitarios (Millones de toneladas/año)
1995	21 357	5 952
1996	22 372	8 573
1997	22 540	10 270
1998	25 855	15 877
1999	30 866	16 050

Fuente: SEDESOL; Dirección de Residuos Sólidos, 2000.

Este indicador guarda relación con otros indicadores sociales, económicos y ambientales, como el PIB por habitantes y los gastos en protección del medio ambiente, y con indicadores relacionados con la generación y el reciclado de desechos.

La eliminación de desechos municipales puede realizarse por algún tratamiento (composteo, incineración, pirólisis, etc.) o por disposición final de residuos sólidos municipales. En tratamiento, se han establecido algunas plantas de composteo con resultados muy modestos. Podría decirse que el 100% de los residuos generados se van a disposición final y ésta puede ser depositada en rellenos sanitarios o dispuesta en tiradores a cielo abierto, tiradores clandestinos, lotes baldíos en cauces de ríos o arroyos urbanos. Los niveles de cobertura al término del año 1998 son 84% en la recolección y 50% de la generación a disposición final adecuada, lo cual ocurre principalmente en las zonas metropolitanas, ciudades medias y muy pocas ciudades urbanas pequeñas. En las comunidades rurales los niveles de cobertura son poco significativos.