



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**



**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

**TÍTULO**  
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PARQUE ESTATAL  
SIERRA DE GUADALUPE, TULTITLAN, ESTADO DE  
MÉXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A**

**GINA ARACELI ROJAS PÉREZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
**M. en C. JONATHAN FRANCO LÓPEZ**



**LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **A mis Padres**

Que me han entregado el más valioso regalo que se le puede dar a un hijo, quienes sin escatimar esfuerzo han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme, a quienes la ilusión de su vida ha sido que me convierta en una persona de provecho y a los que nunca podré pagar todos sus desvelos ni aun con las más grandes riquezas del mundo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por brindarme siempre todo su apoyo y cariño.

A mi asesor M. en C. Jonathan Franco por compartir sus conocimientos y por su apoyo en la realización de esta tesis.

A Rafael por brindarme su amistad, cariño y apoyo incondicional además de brindarme su compañía y ayuda en mis muestreos a campo.

A Primavera por acompañarme también a mis visitas a campo,

A mis sinodales M. en C. Ana Lilia Muñoz, M. en C. Tizoc Altamirano, Biol. Ezequiel Vidal y Biol. Carlos Manuel Bedia por sus observaciones que permitieron mejorar este trabajo.

A todos los que de alguna manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

Y a todos mis amigos por los grandes momentos compartidos en el transcurso de nuestra formación profesional.

## **INDICE**

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	10
AREA DE ESTUDIO	11
Localización	11
Clima	13
Geología	13
Suelo	14
Agua	14
Relieve	15
Vegetación	15
Fauna	16
METODOLOGIA	17
RESULTADOS	19
Flora	19
Fauna	20
Aspectos Socioeconómicos	23
Matriz de Leopold	29
Matriz de Mc Harg	43
Redes de Sorensen	46
Método DPSIR	58
DISCUSIÓN	66
CONCLUSIÓN	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	70
ANEXOS	73

## RESUMEN

El caótico y acelerado crecimiento de la Ciudad de México y área metropolitana han llevado a un cambio profundo en las características físicas y ambientales de la cuenca del Valle de México. Los factores principales que han contribuido al deterioro del Valle de México son el cambio en el uso de suelo, la contaminación de los cuerpos de agua, la carencia de medidas adecuadas de conservación, cambio de uso de suelo, explotación de los recursos naturales y el daño directo a la flora y fauna. El Parque Estatal Sierra de Guadalupe es un complejo volcánico que forma parte del Área de Conservación Ecológica de la Ciudad de México y presenta graves problemas ambientales debido al mal uso y aprovechamiento de sus recursos; el presente trabajo se desarrolló con la finalidad de elaborar un diagnóstico ambiental de este parque estatal, ubicado en el Municipio de Tultitlan de Estado de México. Se realizaron recorridos quincenales para realizar un inventario de las plantas, se observó la fauna directamente y se realizó un listado de ésta; se aplicaron entrevistas a los pobladores para tener conocimiento de su calidad de vida y del panorama actual del parque. De los resultados biológicos en el área, para la flora se obtuvieron ejemplares pertenecientes a 18 familias, 28 géneros y 33 especies. La familia con mayor número de especies fue la Asteraceae/Compositae y en cuanto a la fauna encontrada, la mayoría pertenece al grupo de las aves, seguida de los reptiles y mamíferos. En los recorridos en el área de estudio se identificaron las actividades que generan alteraciones en el ambiente entre las cuales está la urbanización, la extracción de recursos naturales y el uso para recreación. La información obtenida se vació en una matriz tipo Leopold para calificar e identificar los impactos más representativos en el área; posteriormente se tomaron los datos significativos y se analizaron con la matriz de Mc Harg; se desarrollaron redes de Sorensen para mostrar los efectos de las actividades generadoras de alteración. Lo anterior mostró que el establecimiento de Asentamientos Humanos, los Incendios, la Reforestación, la Generación de Desechos, la Introducción de especies exóticas y la tala inmoderada son las actividades que generan mayor impacto positivo o negativo en el ambiente. Por último se desarrolló el método DPSIR (Fuerza motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta) sobre cada una de las actividades generadoras de alteración ambiental y se propusieron recomendaciones y acciones para contribuir a reducir los impactos generados por las actividades realizadas.

Con base en esto podemos decir que la zona de estudio se encuentra en un estado de alteración medio y aunque se llevan a cabo programas de reforestación para disminuir el efecto de las actividades que generan alteraciones, estos no son suficientes para compensar el daño.

## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad o diversidad biológica, se refiere a la riqueza o variedad de formas vivientes que existen en el planeta: plantas, animales y microorganismos (Dirzo, 1990). Los factores principales que han contribuido a la desaparición biótica del Valle de México son: el rápido cambio en el uso del suelo, la contaminación o desecación total de los cuerpos de agua, la carencia de medidas adecuadas de conservación o explotación de los recursos naturales y el daño directo hacia la flora y la fauna (Méndez *et al.*, 1992).

El aumento constante de la población humana está determinando un impacto cada vez mayor sobre los recursos naturales, ya sea para satisfacer necesidades básicas como: la alimentación, vivienda, educación y para mejoras en la calidad de vida: recreación, vías de comunicación, depósito de residuos, etc. (Carretero, 1992).

En la actualidad las necesidades y deseos de la creciente población humana han incrementado la extracción de los recursos bióticos y abióticos hasta el punto de extinguir y perturbar gravemente especies, poblaciones y ecosistemas con consecuencias devastadoras para la vida del planeta, lo cual ha generado la necesidad de cambiar los hábitos de consumo y aprovechamiento de los recursos de manera racional y sustentable que garanticen la vida en la Tierra (Méndez *et al.*, 1992).

El caótico y acelerado crecimiento de la población humana ha producido a un cambio profundo de las características físicas y medioambientales de la cuenca del Valle de México (Méndez *et al.*, 1992).

La Sierra de Guadalupe es un complejo volcánico, que forma parte del Área de Conservación Ecológica de la Ciudad de México (Vela y Flores, 2004); se estima, que en los últimos 15 años más del 10% del área de la Sierra de Guadalupe se ha deteriorado en forma acelerada como resultado del crecimiento de la mancha urbana y la inexistencia de un plan de manejo de los recursos naturales remanentes. El crecimiento de la mancha urbana se manifiesta por el surgimiento desordenado de los asentamientos humanos en las partes limítrofes, e incluso en el interior del área, los cuales incluyen tanto asentamientos irregulares, como otros autorizados, que en conjunto propician un crecimiento súbito de las demandas de servicios urbanos difíciles de satisfacer por las autoridades, como consecuencia se tiene una presión sobre los recursos naturales y trae problemas de salud pública (Cedillo *et al.*, 2007).

El diagnóstico ambiental es un instrumento de evaluación que se encarga de detectar la problemática de algún lugar, con base en el mal uso y aprovechamiento de los recursos, para que de esta manera, se puedan proponer acciones que mitiguen dichas actividades; se puede interpretar la realidad ambiental de una entidad en su conjunto y de cada uno de sus subsistemas. Con estos estudios es posible identificar las zonas o recursos naturales que requieren ser protegidos o restaurados, razón por la cual se convierten en instrumentos de apoyo en la toma de decisiones en materia ambiental. Actualmente se cuenta con diagnósticos ambientales municipales incompletos en el Estado de México por lo que se recomienda reestructurarlos, empezando con la localización de fuentes que provoquen impactos al ambiente (Quadri, 1997).

En materia de regulación ambiental, un problema central, y altamente complejo, es identificar y asociar problemas ambientales con los procesos que los causan, así como con los niveles de actividad necesarios para mitigarlos de manera racional. Igualmente difícil es la decisión de hasta dónde restringir actividades para obtener resultados ambientales satisfactorios (Quadri, 1997).

La sierra se constituye como el último reducto de extensión considerable de recursos naturales y áreas cubiertas de vegetación al norte de la Ciudad de México y forma una barrera natural contra la contaminación y degradación del ambiente (Cedillo *et al.*, 2001).

La fuerte presencia de los habitantes aledaños al Parque Estatal Sierra de Guadalupe es fuente de origen de incendios forestales con daños consecuentes a la flora y fauna silvestre; presenta áreas alteradas por sus usos inconvenientes o por el manejo indebido de los recursos naturales y que requieren acciones para restablecer en lo posible su situación original ya que existe una gran presión debido al crecimiento desordenado de la mancha urbana, lo que ha provocado una degradación de los recursos suelo, agua, flora y fauna (Cedillo *et al.*, 2001); esto hace evidente la necesidad de implantar un proceso de reordenamiento de actividades humanas y de manejo de los recursos naturales que aún existen al norte de la Ciudad de México (Méndez *et al.*, 1992). La sierra de Guadalupe representa una importante reserva biótica, a pesar de que sus condiciones ecológicas se han deteriorado intensivamente a causa de las actividades humanas, cuenta aún con un potencial de desarrollo y servicios ambientales a la población circundante (Villavicencio, 2007).



## ANTECEDENTES

En 1923 fue declarada como zona de Protección Federal y en 1976 fue decretada como Parque Estatal con una extensión de 6,322.5 hectáreas. Posteriormente quedó sujeta a la administración del Gobierno del Estado de México.

En 1978 se decretó por segunda vez ampliando su superficie mediante el decreto del 4 de abril (publicado el 23 de noviembre del mismo año), se dispuso la ampliación del parque Estatal en una superficie de 1,003.8 ha al integrarle las áreas comprendidas entre la cota original de 2,350 m.s.n.m y la cota 2,250 m.s.n.m que corresponden a tres ejidos del municipio de Tultitlan (Ejidos de Santa María Cuautepec, San Mateo Cuautepec y San Francisco Chilpan (Secretaría de Ecología, 1999).

Méndez *et al.*, 1992 presentaron observaciones sobre el status de las especies de anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal y Estado de México). De las 24 especies registradas, seis son comunes, 11 poco frecuentes y siete exterminadas del área, recomendando seguir un plan de conservación que evite el deterioro de la zona.

López, 1998 realizó un Diagnóstico Ambiental en el Municipio de Ecatepec, encontrando que debido a las características fisiográficas del municipio, se tienen algunas limitantes para el desarrollo urbano, como son: las dificultades que ofrecen para la construcción de inmuebles las pendientes pronunciadas de la Sierra de Guadalupe, y los sitios que ofrecen riesgo para el establecimiento de asentamientos humanos, como son las zonas colindantes a los fraccionamientos industriales.

Contreras, 1999 realizó un estudio de la avifauna del Parque Natural Sierra de Guadalupe el cual presenta una alta riqueza específica de aves que debe ser conocida para contar con un inventario adecuado del recurso avifaunístico, para conocer la estructura y dinámica de las poblaciones que integran los ecosistemas de la región y para implementar programas locales de los recursos de la zona para su conservación. Identificó 86 especies de aves que aun habitan en el área natural.

Correa, 2002 realizó un estudio de impacto ambiental en la subcuenca Llanetes del Parque Estatal Sierra de Guadalupe ubicada en el municipio de Coacalco, Estado de

México ya que es una de las áreas naturales protegidas más afectadas por el crecimiento urbano de la Ciudad de México; ha sufrido un cambio considerable en sus características físicas y ambientales ya que actualmente se encuentra rodeada en su totalidad por áreas urbanas, agrícolas e industriales. Los principales factores que han contribuido a la degradación del parque es el rápido cambio de uso de suelo, contaminación, incendios forestales y la extracción indebida de las especies de flora y fauna, por el fácil acceso que se tiene al parque.

Vela, 2006 realizó un estudio edafológico de la zona sur de la Sierra de Guadalupe ya que en la actualidad el suelo se considera como un recurso natural fundamental para la humanidad, es importante conocer más acerca de este recurso porque directa o indirectamente la mayoría de los otros recursos emanan o derivan de este. La sierra de Guadalupe está sujeta a un gran deterioro por el cambio de uso de suelo, debido a que los suelos forestales se han convertido en terrenos agrícolas y en el peor de los casos se han ocupado por asentamientos humanos irregulares.

Campos, 2007 realizó un diagnóstico ambiental en las inmediaciones de la Col. Ampliación San Marcos, en la Sierra de Guadalupe ya que dicha localidad presenta graves problemas ambientales debido al mal uso y aprovechamiento de los Recursos Naturales, encontrando que las principales actividades generadoras de impacto negativo se derivan de la Extracción de Flora y Fauna Nativa, los Incendios, las Barreras incluyendo cercas, caminos y Brechas, Construcción de casas sin Autorización, descarga de desechos municipales y la invasión de Flora y Fauna nociva. Identifico 31 especies de flora, 14 aves, 5 mamíferos y 4 reptiles que aun habitan en la zona.

Cedillo *et al.*, 2007 menciona que la Sierra de Guadalupe es la única Área Natural Protegida de tamaño considerable (7,000 hectáreas), capaz de filtrar agua de lluvia al subsuelo y como consecuencia impactar positivamente en los mantos freáticos del Valle de México. La deforestación y la erosión del suelo han sido las causas del gran deterioro que presenta la Sierra en general; se considera que se convertirá en la zona estratégica de mayor importancia en el norte del Distrito Federal y en los municipios colindantes del Estado de México, por lo que los esfuerzos para conservarla, reforestarla y generar obras para captura de agua de lluvia, serán determinantes para evitar conflictos sociales por la escasez de agua. A su vez menciona que la fauna de la Sierra de Guadalupe, es

reducida, debido a la transformación y pérdida de sus hábitat por la afectación que ha sufrido la cubierta vegetal y al cambio de uso de suelo forestal por agrícola primero y urbano posteriormente

Rocha, 2010 realizo un diagnóstico ambiental en la comunidad Ex-ejido de Tepeolulco ubicado en la zona oriente del municipio Tlalnepantla de Baz a las faldas de la Sierra de Guadalupe; eesta zona en los últimos años ha presentado un crecimiento poblacional, por lo que la mancha urbana está ejerciendo presión sobre la Sierra de Guadalupe deteriorando el ambiente. Identifico las principales actividades humanas que deterioran el ambiental. El área está en condiciones de pobreza y es la más vulnerable dependiendo en gran medida de los servicios ambientales que les ofrece la Sierra de Guadalupe para cumplir con sus necesidades más esenciales que les ayude a sobrevivir y mejorar su calidad de vida. Identifico 53 especies de flora; respecto a la fauna 32 especies de aves, 6 mamíferos y 4 reptiles que aun habitan en la zona.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Elaborar un diagnóstico ambiental del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, en la porción del municipio de Tultitlan, Estado de México

### **Objetivos Particulares**

- Obtener los listados florísticos y faunísticos del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Tultitlan, Estado de México.
- Realizar una revisión del estado actual del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.
- Identificar las actividades generadoras de alteración ambiental existentes en la Sierra de Guadalupe.
- Proponer medidas que mitiguen, atenúen o compensen las acciones que ocasionan deterioro en los componentes del ambiente.

## AREA DE ESTUDIO

### Localización

La Sierra de Guadalupe se encuentra ubicada en el centro de la Cuenca de México, y es considerada como Área Natural Protegida (ANP), territorialmente forma parte de los municipios: Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán y la delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal. El parque Estatal Sierra de Guadalupe fue declarada como tal el 6 de agosto de 1976; actualmente está administrado por la Secretaría de Ecología y tienen una extensión de 5,306.75 ha.

La Sierra se constituye como el último reducto de extensión considerable de recursos naturales y áreas cubiertas de vegetación al norte de la Ciudad de México y forma una barrera natural contra la contaminación y degradación del ambiente

En cuanto a su ubicación municipal, en el parque confluyen los cuatro municipios colindantes perteneciéndoles aproximadamente las siguientes superficies: Ecatepec 1812.76 Ha., Coacalco 1281.57 Ha., Tlalnepantla 1135.64 Ha. y Tultitlán 1076 Ha. las coordenadas correspondientes a este municipio son 19°35' Norte y 99°08' Oeste.

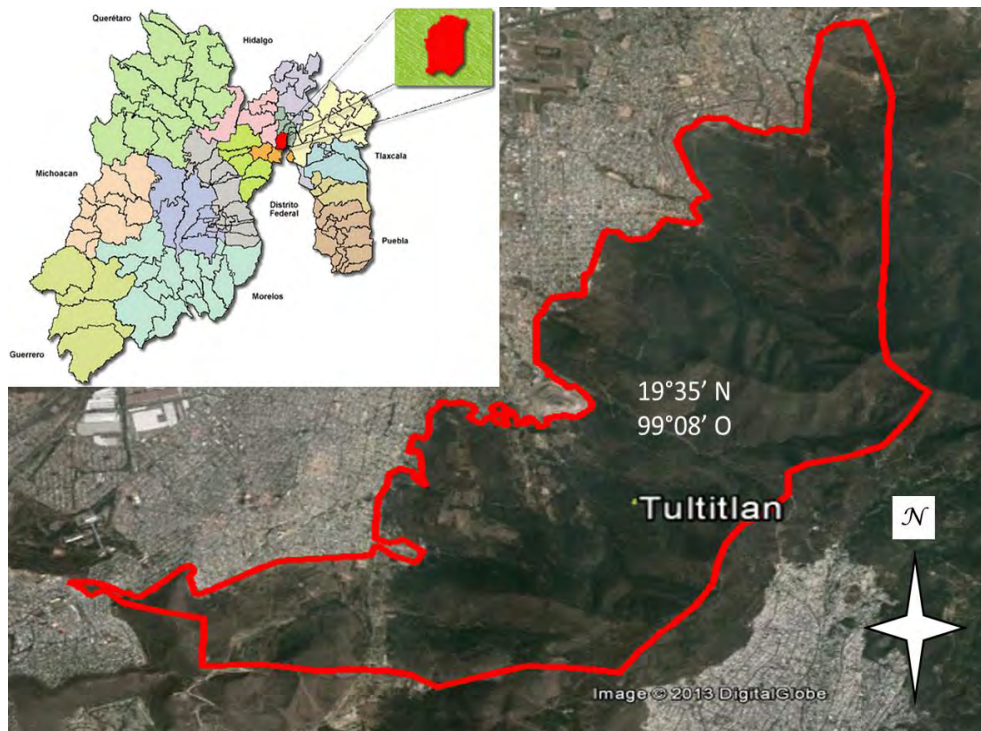
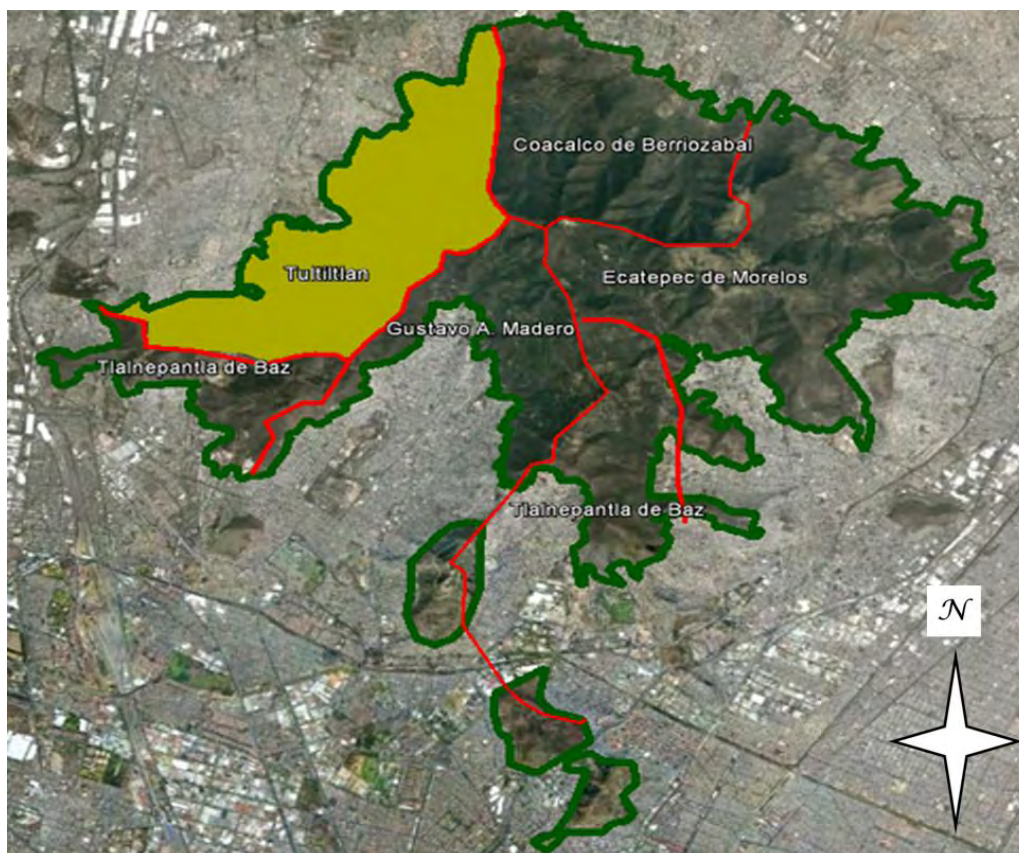


Figura 1. Localización del área de estudio



**Figura 2. Extensión Total del Parque Estatal Sierra de Guadalupe**

La red vial que comunica al parque con su entorno es compleja e incluye carreteras, avenidas periféricas, calles primarias, secundarias y locales, vialidades peatonales, andadores y veredas; lo que hace del parque un centro de accesibilidad fácil y relativamente rápida.

Respecto a la infraestructura urbana, en los cuatro municipios que envuelven al parque se encuentran redes de agua potable que sirven al 90% de las viviendas, redes de alcantarillado y drenaje en un 85% y redes de electricidad incluyendo alumbrado público y servicio domiciliario en un 97%.

En cuanto al equipamiento urbano, los cuatro municipios tienen servicios de salud y educación en el nivel más alto dentro del Estado de México, incluyendo un centro de hospitalización especializada localizado en el municipio de Ecatepec.

En relación al control de desarrollo urbano irregular, los puntos más críticos se encuentran en el perímetro norte-oriental que colinda con el municipio de Ecatepec y en el municipio de Tultitlán norte.

La población directamente involucrada en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, se divide en dos grupos fundamentales; por un lado los propietarios de la tierra que pueden ser ejidatarios, comuneros o personas particulares y por otro lado, la población que se ha asentado irregularmente en terrenos que no son de su propiedad.

### **Clima**

De acuerdo a la clasificación de climática de Köppen, modificada por E. García (1968), el clima de la Sierra de Guadalupe es templado subhúmedo C(w0)(w)b(i)g, con lluvias durante el verano y un porcentaje de precipitación invernal menor al 5% del promedio anual. El régimen pluvial medio oscila entre los 699 y 800 mm y la temperatura media anual fluctúa entre los 12 y 16°C. El mes de mayor precipitación es junio y la menor precipitación se observa en febrero. Los vientos dominantes provienen del NW y NE, entre septiembre y diciembre y febrero a marzo con una velocidad máxima de 11 km/hr, además de la presencia de vientos alisios provenientes del NW y vientos locales denominados brisas montaña-valle (Secretaría de Ecología, 1999).

### **Geología**

La sierra de Guadalupe se formó esencialmente de dos tipos de actividad volcánica. Una en que los procesos explosivos fueron de gran intensidad y representan las etapas iniciales de los edificios mayores, los cuales culminaron con procesos extrusivos. El otro tipo de derrames de lava (procesos efusivos), escasos de corta extensión. Los volcanes principales de la Sierra de Guadalupe son de tipo compuesto, originados por poderosas erupciones explosivas, que culminaron con la actividad extrusiva y efusiva (Lugo y Salinas, 1996).

Ejemplo de ellos son los volcanes Vicente Guerrero, Zacatenco, Jaral, María Auxiliadora, los Díaz, Tres Padres y Moctezuma; otras elevaciones menores se formaron casi exclusivamente por la actividad extrusiva, es el caso de los domos volcánicos que están en la periferia de la sierra: Gordo, Chiquihuite, Tenayo y Tepeyac. Los tipos de roca de la

zona son andesita con alto contenido de sílice frecuentemente con feldespatos (Campos, 2007).

### **Suelo**

Los suelos de la Sierra de Guadalupe, como la mayoría de los suelos desarrollados sobre rocas eruptivas en un clima templado seco, son poco profundos y contienen muchos restos de rocas originales (Andesitas), siendo ricos en minerales como el hierro y magnesio con abundantes feldespatos, (plagioclasas de calcio y sodio), que se intemperizan con rapidez produciendo una elevada cantidad de arcilla y hierro libre, mientras perduran esos minerales se mantiene alto el contenido de bases.

Los suelos tienden a ser de color café a pardo por el contenido de hierro libre. El contenido de bases y el pH son relativamente altos y los niveles de aluminio intercambiable son bajos o inexistentes. El tipo de material arcilloso depende del relieve, drenaje y de una estación seca definida.

<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Superficie que abarca dentro del Parque</b>	<b>% de la Superficie del Parque</b>
Litosol	11.00 ha	0.20
Fluvisol eútrico	64.00 ha	1.23
Regosol eútrico	634.28	11.95
Feozem háplico	4,597.17 ha	86.63

La mayoría de los suelos presentes en la Sierra de Guadalupe son de vocación forestal, solo puntualmente puede llevarse a cabo una actividad agrícola restringida.

### **Agua**

El agua en la Sierra de Guadalupe, representa un recurso escaso que es necesario manejar adecuadamente, para favorecer la infiltración, retención y la recarga del acuífero, disminuir los escurrimientos torrenciales, evitar las inundaciones en zonas urbanas y la pérdida de suelo.

La dinámica del agua en la sierra, está influida tanto por factores geoecológicos (altitud, topografía, litología, clima y suelo), geobiológicos (vegetación natural e inducida,



cobertura, materia orgánica), como antropogénicos (zonas agrícolas, de pastoreo, asentamientos humanos y canteras).

El agua se concentra en los periodos de verano-otoño exactamente cuándo se establece en el golfo de México el sistema de vientos alisios.

La estructura litológica y la topografía de pendientes escarpadas influyen predominantemente en la relación precipitación-escorrimento-infiltración, ya que al ser en la mayoría de los casos poco permeable es mayor el poder de escurrimento que el de la infiltración y retención. Esto aunado a los suelos pobres, la escasa vegetación y a usos inadecuados del suelo tiene como resultado que el comportamiento del agua tenga una singularidad muy particular en la Sierra de Guadalupe (Secretaria de Ecología, 1999).

### **Relieve**

La sierra de Guadalupe, presenta un desnivel general de 300 a 400 metros sobre el nivel de la planicie de la Cuenca. La elevación más alta corresponde al Picacho Moctezuma con altura de 2,900 msnm y el Chiquihuite con 2,740 msnm. A partir del cerro Picacho, con un rumbo general norte-sur y que continua por numerosos picos y cerros como El Jaral, Tlacomulco, El Fraile, etc., hasta llegar al cerro Chiquihuite. Al sureste del Chiquihuite, separada por un valle de la sierra general, se encuentra la pequeña cordillera llamada del "Tepeyac", formada por cuatro cerros que son: Santa Isabel o Zacatenco, gachupines, Vicente Guerrero y el Tepeyac (Campos, 2007).

### **Vegetación**

Actualmente, la vegetación de la Sierra de Guadalupe está caracterizada principalmente por una comunidad arbórea basada en plantaciones, con eucalipto *Eucalyptus sp*; casuarina *Casuarina equisetifolia*; cedro blanco *Cupressus lindleyi*; ciprés panteonero *Cupressus sempervirens* y diversas especies de pinos, entre las que se encuentran el *Pinus cembroides*, *P. montezumae*, *P. patula* y *P. radiata*.

La vegetación nativa del parque ha desaparecido casi en su totalidad pero aún existen algunos ejemplares de encinos como *Quercus rugosa*, *Q. deserticola*; palo dulce o palo cuate *Eysenhardtia polystachya*; cuajilote amarillo *Bursera sp*; casahuate *Ipomea sp*; mezquite *Prosopis juliflora*; huizache *Acacia farnesiana*; sangregado o torote *Jatropha*

*spathulata*; tepozán *Buddleia americana*; palo de muerto *Ipomea murucoides*, yerba del negro *Gaudichaudia cynanchoides*, chilillo *Poligonum glabrum*, cholla *Opuntia cholla*; biznaga *Mammillaria sp*; nopales como *Opuntia streptacantha*, *O. lasiacantha* y *O. imbricata*; yuca *Yucca filifera*; y membrillo cimarrón *Cotoneaster sp.* (Cedillo *et al.*, 2007).

## **Fauna**

Los grupos de vertebrados están representados por anfibios (rana verde, rana gris, sapos), reptiles (camaleón, lagartija, víbora de cascabel), aves (lechuza, tecolotillo, gorrión, codorniz) y mamíferos (gato montés, tlacuache, ardilla, conejo), de los cuales el grupo de las aves es el mejor representado. Existen aún elementos de la fauna natural y especies de carácter rural e introducido (Secretaría de Ecología, 1999).

## **METODOLOGÍA**

Este trabajo se llevó a cabo en tres fases: una correspondiente a la recopilación de información, la segunda comprendió el trabajo de campo y de laboratorio y por último el trabajo de gabinete.

### **Recopilación de información**

En esta fase se recopiló información conjuntamente con el trabajo de campo, consultando listados de flora y fauna de la región, además de cartas edafológicas, hidrológicas, mapas de ubicación y datos socioeconómicos del municipio, así como de zonas aledañas al área de estudio. También se realizaron entrevistas a la comunidad (Anexo 1), que se encuentra en vecindad con la Sierra de Guadalupe.

### **Trabajo de Campo**

Se realizó la verificación en campo mediante 10 visitas periódicas al área de estudio.

Para la elaboración del listado florístico se realizó la colecta por medio de un muestreo dirigido y se utilizó el método botánico tradicional, que consiste en prensar y secar por separado cada ejemplar. A cada ejemplar se etiquetó indicando la fecha y el colector. Posteriormente se llevaron al Herbario IZTA para su identificación

Para la elaboración del listado faunístico se realizaron recorridos quincenales muestreando en los senderos, brechas, madrigueras, empleando guías y claves para aves (Peterson & Chalif, 1973) y de aves de Norteamérica (Alsop, 2001); para reptiles y anfibios (Conan y Collins 1979), mamíferos (Aranda 2000). Para ampliar el listado se entrevistaron a los pobladores.

A la par, se realizaron monitoreos mediante recorridos en las inmediaciones del área de estudio, esto para identificar las actividades que generan anomalías al ambiente.

## **Trabajo de Gabinete**

Los datos obtenidos se analizaron con la Matriz tipo Leopold (1971), Matriz de Mc Harg (1969) y las Redes de Sorensen (1969), para el reconocimiento, identificación y grado de las actividades que generan mayor impacto ambiental en la zona.

Con los resultados obtenidos, se desarrolló el método DPSIR (Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta) utilizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente; este método es una derivación del modelo de Presión-Estado-Respuesta.

Finalmente se realizó un listado de propuestas y recomendaciones para ayudar a minimizar las alteraciones causadas al ambiente por las diferentes actividades realizadas en el área de estudio.

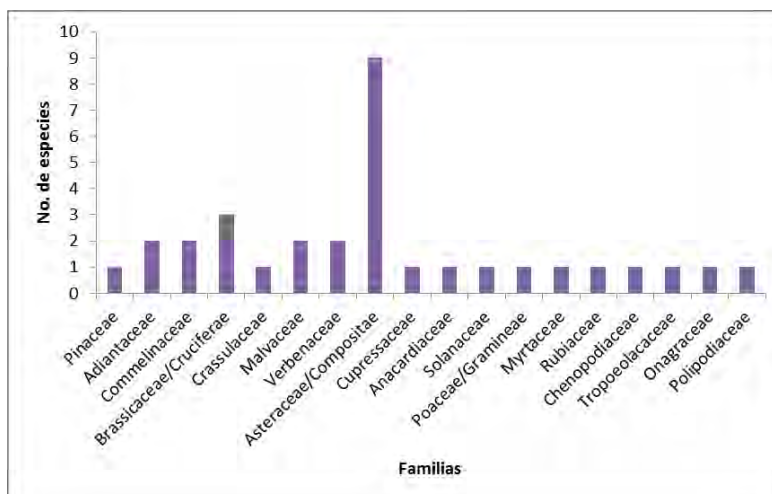
## RESULTADOS

Con los recorridos periódicos en senderos y brechas que hay en el área se obtuvieron los siguientes resultados:

### FLORA

A través de la colecta en los recorridos se verificaron ejemplares pertenecientes a 18 familias, 28 géneros y 33 especies (Tabla 1).

Tabla 1. Listado Florístico		
Familia	Genero	Especie
<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>
<i>Adiantaceae</i>	<i>Pellaea</i>	<i>Pellaea sp.</i>
	<i>Cheilantes</i>	<i>Cheilanthes bonariensis</i>
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina</i>	<i>Commelina sp.</i>
	<i>Tinantia</i>	<i>Tinantia erecta</i>
<i>Brassicaceae/Cruciferae</i>	<i>Rapistrum</i>	<i>Rapistrum rugosum</i>
	<i>Brassica</i>	<i>Brassica rapa</i>
		<i>Brassica campestris</i>
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>Sedum moranense</i>
<i>Malvaceae</i>	<i>Urocarpodium</i>	<i>Urocarpodium limense</i>
	<i>Anoda</i>	<i>Anoda cristata</i>
<i>Verbenaceae</i>	<i>Verbena</i>	<i>Verbena menthaefolia</i>
		<i>Verbena bipinnatifida</i>
<i>Asteraceae/Compositae</i>	<i>Erigeron</i>	<i>Erigeron pubescens</i>
	<i>Bidens</i>	<i>Bidens odorata</i>
	<i>Stevia</i>	<i>Stevia ovata</i>
	<i>Heterosperma</i>	<i>Heterosperma pinnatum</i>
	<i>Tridax</i>	<i>Tridax coronopifolia</i>
	<i>Viguiera</i>	<i>Viguiera excelsa</i>
		<i>Viguiera buddleiiformis</i>
	<i>Cosmos</i>	<i>Cosmos bipinnatus</i>
<i>Tagetes</i>	<i>Tagetes lunulata</i>	
<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus</i>	<i>Cupressus benthamii</i>
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Schinus</i>	<i>Schinus molle</i>
<i>Solanaceae</i>	<i>Bouchetia</i>	<i>Bouchetia recta</i>
<i>Poaceae/Gramineae</i>	<i>Pennisetum</i>	<i>Pennisetum villosum</i>
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucaliptus</i>	<i>Eucaliptus globulus</i>
<i>Rubiaceae</i>	<i>Bouvardia</i>	<i>Bouvardia ternifolia</i>
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium graveolens</i>
<i>Tropaeolacaceae</i>	<i>Tropaeolum</i>	<i>Tropaeolum majus</i>
<i>Onagraceae</i>	<i>Lopezia</i>	<i>Lopezia racemosa</i>
<i>Polipodiaceae</i>	-----	-----



**Figura 3. Número de especies de plantas por familia encontradas en la zona de estudio.**

La flora actual del área de estudio está conformada básicamente por comunidades arbóreas de las especies *Pinus pseudostrobus* y *Eucaliptus globulus* que son producto de las reforestaciones realizadas años atrás.

La familia *Asteraceae/Compositae* es la más abundante, esta familia es una de las más numerosas dentro de las angiospermas; la mayoría de sus miembros son plantas herbáceas y por su estructura floral y composición química, se considera la familia más evolucionada de todas las dicotiledóneas (Campos, 2007).

## FAUNA

La fauna de la Sierra de Guadalupe es reducida debido a la transformación y pérdida de sus hábitat, por la afectación que ha sufrido la cubierta vegetal y el cambio de uso de suelo forestal por agrícola primero y urbano posteriormente; así como la frecuencia de incendios, sobrepastoreo y cacería furtiva (Rzedowski y Rzedowski, 1979; Méndez *et al.*, 1992). Con los muestreos, las encuestas realizadas a la población y antecedentes bibliográficos se obtuvieron los siguientes resultados.

### Reptiles

Se registraron 4 especies de reptiles, 2 de ellas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 2).

Tabla 2. Reptiles registrados en el área de estudio				
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Categoría de Riesgo
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija de collar	-----
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de Mezquite	Protección especial
		<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija	-----
	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de Cascabel	Protección especial

### Aves

El grupo de las aves es el más amplio en la zona, se identificaron 13 especies las cuales se muestran en la tabla 3, ninguna bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 3. Aves registradas en el área de estudio			
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Columbiformes	<i>Clumbidae</i>	<i>Columbina inca</i>	Tortolita
	<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota
Trochiliformes	<i>Trochilidae</i>	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho
Passeriformes	<i>Passeridae</i>	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión domestico
	<i>Parulidae</i>	<i>Dendroica nigrescens</i>	Reinita gris
	<i>Fringilidae</i>	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón
	<i>Corvidae</i>	<i>Aphelocoma coerulescens</i>	Pájaro azul
	<i>Emberizidae</i>	<i>Spizella melodia</i>	Gorrión
	<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo antojillo
	<i>Tyrannidae</i>	<i>Empidonax flavescens</i>	Mosquero amarillo
	<i>Mimidae</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche
Falconiformes	<i>Cardinalidae</i>	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal
	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja

## Mamíferos

Se registraron 4 especies, principalmente miembros chicos que se refugian en las zonas de matorral y pequeños bosquetes, ninguna bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010

<b>Tabla 4. Mamíferos registrados en el área de estudio</b>			
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Lagomorpha</i>	<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano
<i>Rodentia</i>	<i>Heteromyidae</i>	<i>Liomys irratus alleni</i>	Ratón
<i>Carnivora</i>	<i>Canidae</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote
	<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon lotor</i>	Mapache



## ASPECTOS SOCIECONOMICOS

El Municipio de Tultitlan pertenece al Área Metropolitana de la Ciudad de México, el cual presenta una densidad de población grande y una planeación del suelo no adecuada, lo cual ha traído como consecuencia un mal aprovechamiento de los recursos; a su vez se ha incrementado el número de asentamientos humanos que demandan servicios (Campos, 2007); por tal motivo, se realizaron encuestas a la población que habita en las inmediaciones del Parque Estatal Sierra de Guadalupe y también a los visitantes de este para conocer cómo viven y como ven la situación en la que se encuentra el parque.

El total de las personas encuestadas fue de 40, de los cuales 20 son del poblado Santa María Cuautepec y 20 son visitantes del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

### Encuestas a la Población

Se aplicaron encuestas a los habitantes en colindancia al área de los cuales el 30% pertenecen al sexo Masculino y el 70% al sexo Femenino, el rango de edad de los encuestados fue de 17 a 57 años (Figura 4).

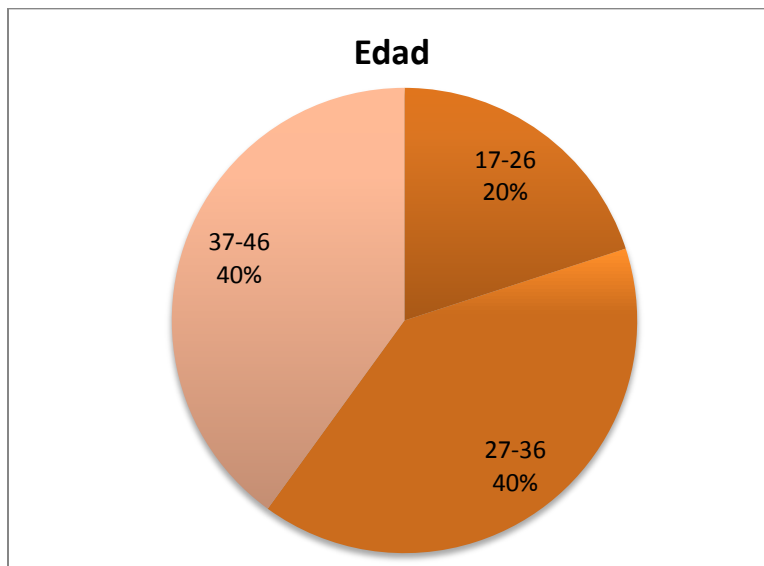
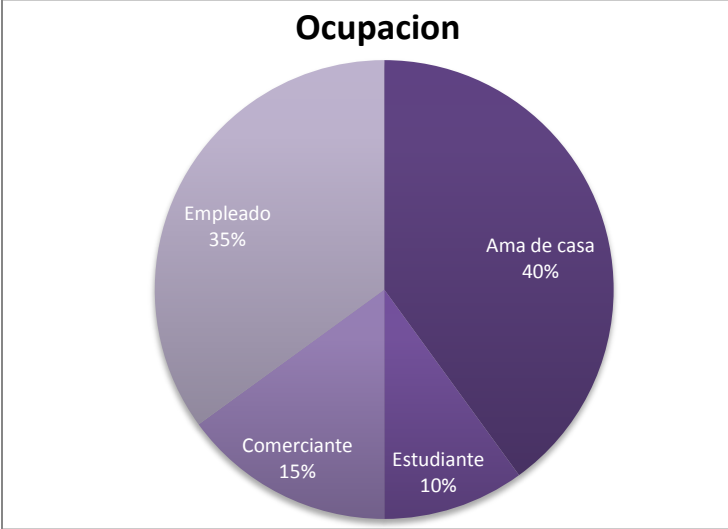


Figura 4. Rango de edad de las personas encuestadas

A las personas encuestadas se les preguntó a qué se dedicaban para conocer su manera de sustento familiar; siendo la mayoría amas de casa seguido de empleados de algún negocio (Figura 5).



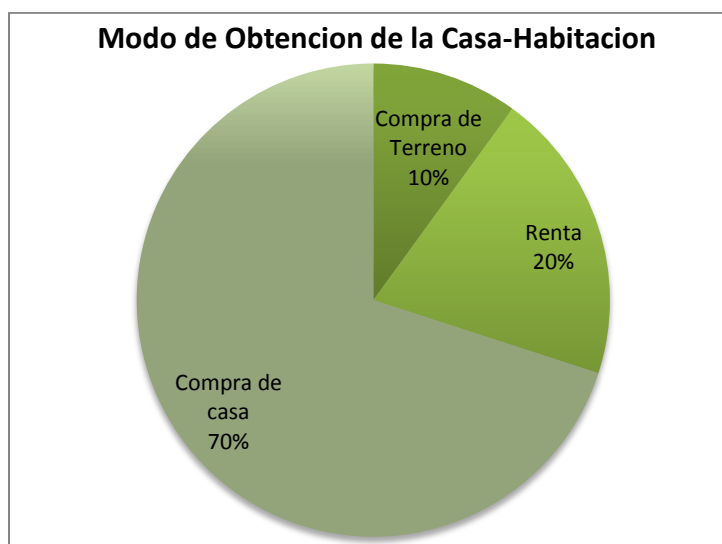
**Figura 5. Ocupación de las personas encuestadas**

El tiempo que llevan viviendo en lugar varía entre los 2 y 36 años lo que muestra todas las personas encuestadas se establecieron en esta zona después de que el área fuera decretada como Parque Estatal en 1976 (Figura 6).



**Figura 6. Tiempo que las personas llevan viviendo en el lugar**

La forma en cómo los pobladores obtuvieron el lugar donde habitan fue por medio de compra de terreno y compra de casa o renta (Figura 7).



**Figura 7. Manera en la que las personas obtuvieron el lugar donde habitan**

La población que habita en las inmediaciones de la sierra de Guadalupe afirmó contar con los servicios públicos de toma de agua potable, drenaje y servicio de recolección de basura y para la mayoría su nivel de ingreso familiar es regular.

Sólo el 5% de las personas encuestadas cultiva maíz en la zona y el 35% cría animales como pollos, conejos y cabras.

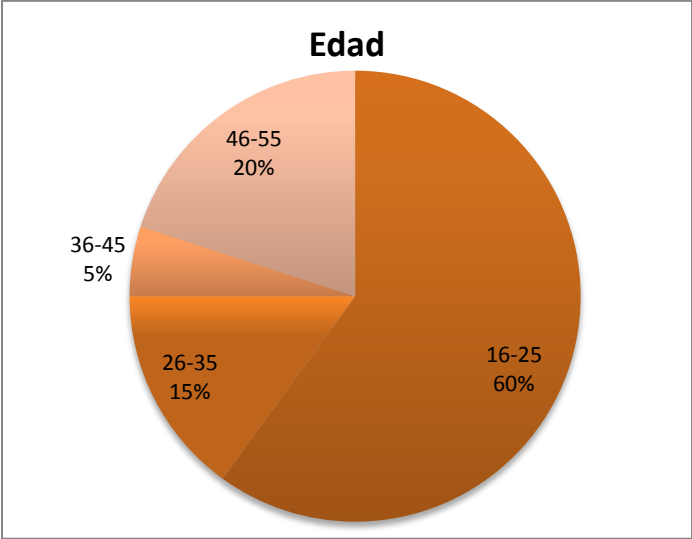
La población encuestada considera que el área natural ha cambiado y de los animales que aún se pueden observar en el lugar son aves, conejos, serpientes y ardillas. También opinan que es importante la conservación y protección del lugar ya que en él se pueden realizar actividades al aire libre.

Las población considera que la construcción de casas sin autoridad, tirar clandestinamente la basura, la falta de servicios y la extracción de flora y fauna exótica son actividades que afectan o perturban la zona, en cambio el 80% de los encuestados considera que los programas de reforestación por parte de la autoridad son buenos para la zona.

De los recursos naturales que se extraen más de la zona son leña, tierra y plantas medicinales, cabe mencionar que sólo algunas personas afirmaron realizar esta actividad.

**Encuestas a Visitantes**

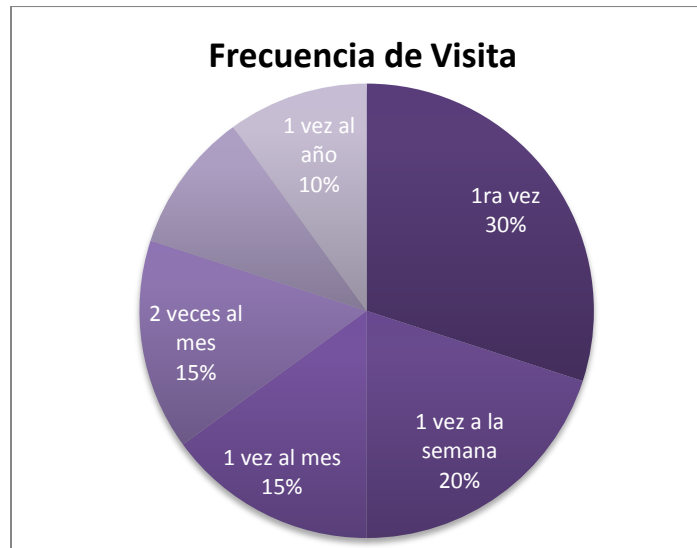
De las personas encuestadas el 35% pertenecen al sexo masculino y el 65% al sexo femenino, el rango de edad es de 16 a 55 años (Figura 8).



**Figura 8. Edad de las personas encuestadas**

Las personas encuestadas provenían de lugares como Villas de San José, Santa María Cuautepec, Cuautitlán, Fuentes del Valle, Azcapotzalco, Ciudad Azteca, Real del Bosque, Coacalco, Tultepec y Tenopalco.

La frecuencia con la que estas personas visitan el Parque Estatal Sierra de Guadalupe es de entre una vez a la semana a 1 vez al año, aunque la mayoría afirmó que era la primera vez que visitaban el parque (Figura 9).



**Figura 9. Frecuencia de visita de las personas encuestadas al Parque Estatal Sierra de Guadalupe**

Entre las actividades que estas personas realizan en el lugar son llevar a sus hijos a jugar, acostarse en el pasto, pasear, convivir con la familia, deportes y días de campo.

Se les preguntó si creían que las actividades recreativas que allí se realizan deterioran el ambiente a lo cual el 70% contestó negativamente ya que consideran que las actividades no afectan de ninguna manera el ambiente (Figura 10).



**Figura 10. Opinión acerca del deterioro del ambiente por actividades recreativas**

Las personas que visitan el lugar mencionan que la basura que generan la depositan en los botes de basura y si estos se encuentran muy llenos o no hay donde depositarla se la llevan a sus casas.

El 100% de las personas encuestadas piensan que es importante la conservación y protección del lugar ya que lo consideran un lugar bonito para convivir al aire libre.

De los animales que estas personas han observado en el lugar son conejos, ardillas, víboras de cascabel y lagartijas.

De los recursos naturales que obtienen del lugar se encuentra la tierra, la leña, aves y reptiles, es importante mencionar que sólo algunas de las personas lo hacen, la mayoría aseguro no extraer ningún recurso natural del Parque.

Los visitantes del lugar consideran que la construcción de casas sin autoridad, tirar clandestinamente la basura, la falta de servicios y la extracción de flora y fauna exótica son actividades que afectan o perturban la zona, en cambio el 80% de las personas encuestadas consideran que los programas de reforestación por parte de la autoridad son buenos para la zona.

## **METODOS MATRICIALES**

Los métodos matriciales han sido ampliamente utilizados debido a que permiten la comparación de eventos aparentemente incomparables, tales como el de personas disfrutando de un paisaje de montaña o de industrias de servicio vendiendo en una determinada comunidad. Este tipo de matrices consisten en la confrontación de un listado horizontal de las actividades realizadas con un listado vertical de parámetros ambientales. Las posibles relaciones de causa y efecto entre las actividades y las variables ambientales pueden identificarse, colocando una marca en la casilla de intersección correspondiente, dentro de la matriz (Ramos, 2004).

## **MATRIZ DE LEOPOLD**

El primer intento para evaluar las implicaciones ambientales asociadas a la ejecución de grandes proyectos de infraestructura fue hecho en 1971, por Luna Leopold (Ramos, 2004).

En el uso de esta matriz debe considerarse cada acción y su potencial para crear impacto sobre cada elemento del ambiente. La interacción se describe en términos de su magnitud e importancia.

La magnitud de una interacción se describe asignando un valor numérico que varía de 1 a 10, con el 10 representando la magnitud mayor y el 1 la menor. Si en la asignación de un valor numérico, el cambio provocado es perjudicial se coloca un (-) delante del número. La magnitud de una interacción debe basarse en una valoración objetiva de los hechos.

La importancia de una interacción se relaciona con la significancia o valoración de las consecuencias de una interacción. La escala también varía del 1 al 10. La asignación de un valor de importancia está basada en el juicio subjetivo (Vidal & Franco, 2009).

Con base a lo anterior y tomando en cuenta los resultados obtenidos y el reconocimiento de acciones generadoras de perturbación, se construyó una matriz tipo Leopold (Tabla 4) que incluye los aspectos más relevantes registrados para el área de estudio.





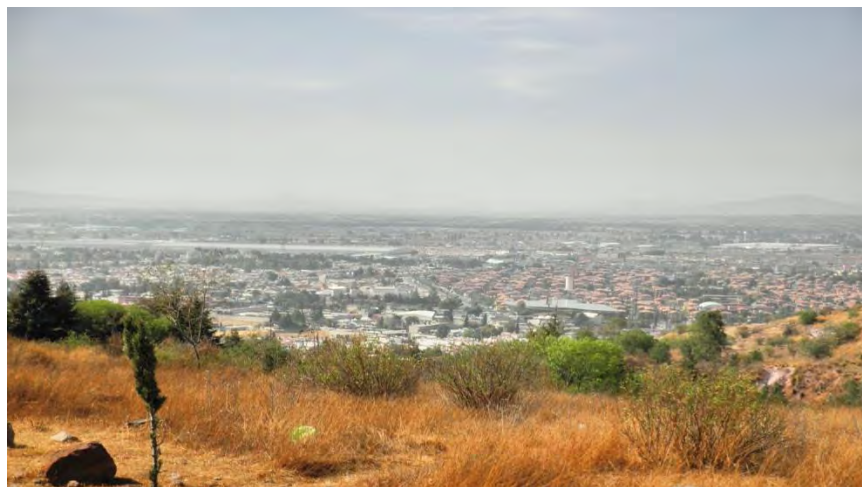
La matriz desarrollada, cuenta con 295 interacciones; aquellas cuya importancia registró un valor comprendido entre -7 a -10 ó entre 7 a 10 fueron consideradas como impactos significativos, de acuerdo con lo cual se obtuvieron 159 impactos significativos, de los cuales 131 impactos fueron negativos y 28 fueron positivos, restando 136 impactos no significativos. A continuación se describen las actividades que provocan deterioro de los recursos en el área:

### **Asentamientos Humanos**

Esta actividad se encuentra en la categoría de Urbanización y cuenta con 22 impactos totales de los cuales 7 son impactos significativos negativos, 2 son impactos significativos positivos y 13 son impactos no significativos.

Una de las problemáticas más grande para este Parque son los asentamientos humanos ya que provocan cambios considerables en el ambiente, la expansión inmoderada de la mancha urbana cada vez es más grande en el lugar. La presencia de estos asentamientos produce la destrucción del hábitat de la flora y de la fauna silvestre al eliminar la cubierta vegetal, provoca la contaminación del aire al producir desechos y hay una extracción de los recursos naturales, todo esto provocando una pérdida irreparable.

La falta de suelo para uso habitacional, ocasiona el establecimiento de asentamientos irregulares en donde no son adecuados para su desarrollo o donde no está permitida su construcción, esta manera es para muchas familias la única opción viable para conseguir un patrimonio y lograr una mejor calidad de vida.



**Figura 11. Asentamientos Humanos en los alrededores del Parque**

### **Cambio de uso de Suelo**

Se encuentra en la categoría de Urbanización y cuenta con un total de 16 impactos de los cuales 7 son impactos significativos negativos, 1 es un impacto significativo positivo y 8 son impactos no significativos.

Los principales usos del suelo en esta zona son área urbana, ganadera, agrícola y de recreación, el cambio en el uso de suelo afecta su fertilidad, se pierde cobertura y por lo tanto se afecta la distribución de las especies.

### **Servicios Públicos**

Se encuentra en la categoría de Urbanización y cuenta con 10 impactos totales, de los cuales 3 son impactos significativos negativos, 3 son impactos significativos positivos y 4 son impactos no significativos.

Los servicios públicos son una demanda de la población, ya que se requieren para poder tener una mejor calidad de vida, esta zona cuenta con todos los servicios públicos por lo que los daños a la vegetación, al suelo y al aire ya están hechos.

### **Caminos y Brechas**

Pertenece a la categoría de Urbanización, cuenta con 21 impactos totales, de los cuales 9 son impactos significativos negativos, 2 son impactos significativos positivos y 10 son impactos no significativos.

La urbanización ha provocado la necesidad del desarrollo de caminos bien establecidos para transportarse de un lugar a otro provocando que el suelo que queda debajo del asfalto quede en total inutilidad; a su vez, al conectar las poblaciones con el área natural ha propiciado la elevada llegada de visitantes al parque, ya que el acceso al área natural se vuelve fácil para la realización de diferentes actividades como son: paseo, deporte y recreación; a su vez logra concientizar a la gente que entra en contacto con la naturaleza por lo que las hace valorar este espacio.



**Figura 12. Caminos establecidos dentro del Parque**

### **Emisiones Atmosféricas**

Pertenece a la Categoría de Urbanización y cuenta con un total de 8 impactos, de los cuales 5 son impactos significativos negativos y 3 son impactos no significativos.

La contaminación del aire que se presenta en esta zona es producida por las grandes industrias que se establecieron alrededor de esta área natural y por la gran cantidad de vehículos que circulan por las calles y avenidas.

### **Extracción de Flora y Fauna Nativa**

Es una actividad que se encuentra dentro de la categoría de Actividades productivas, cuenta con un total de 18 impactos de los cuales 12 son impactos significativos negativos y 6 son impactos no significativos.

La extracción de la flora y fauna del parque es demandante, algunas personas admiten extraer diversas plantas para uso personal por sus propiedades medicinales y algunas otras para fines de ornato, lo cual ejerce una presión selectiva sobre ciertas especies.

La extracción de cierta fauna como lo son aves y reptiles para su venta ha provocado que cada vez exista una menor abundancia de estas poblaciones y en ocasiones se provoca su extinción.

## **Cultivo**

Es una actividad encontrada en la categoría de Actividades productivas, cuenta con 17 impactos totales de los cuales 10 son impactos significativos negativos y 7 son impactos no significativos.

De acuerdo a las encuestas realizadas, son pocas las personas que llevan a cabo esta actividad, la agricultura realizada es de temporal y lo que más se cultiva es el maíz, las zonas de cultivo son cercanas al poblado y son de carácter rústico.

## **Ganadería**

Se encuentra dentro de la categoría de Actividades productivas, cuenta con 15 impactos totales de los cuales 9 son impactos significativos negativos, 1 es un impacto significativo positivo y 5 son impactos no significativos.

Los tipos de ganado que se observan son el vacuno, ovino y caprino; esta actividad provoca que la vegetación no crezca mucho, ya que los animales se comen los rebrotes evitando que lleguen a convertirse en grandes árboles, provocando que la cobertura vegetal disminuya, a su vez los animales con sus pisadas provocan la compactación del suelo lo que impide la filtración de agua.



**Figura 13. Ganado pastando en los alrededores del Parque**



## **Comercio**

El comercio pertenece a la categoría de Actividades Productivas, cuenta con un total de 6 impactos, de los cuales 1 es un impacto significativo positivo y 5 son impactos no significativos.

El comercio dentro del Parque Estatal se limita a puestos de dulces y comida, también se da la renta de caballos para cabalgata, todo esto destinado para hacer la llegada de los visitantes al parque más entretenida.



**Figura 14. Puesto de venta de juguetes dentro del Parque**

## **Tala inmoderada**

Se encuentra dentro de la categoría de Actividades productivas y cuenta con un total de 18 impactos, de los cuales 13 son impactos significativos negativos y 5 son impactos no significativos.

La tala inmoderada es un problema grave, esta actividad se realiza para poder obtener leña para uso doméstico o para venta y así obtener ingresos económicos. Cuando se talan los arboles inmoderadamente se alteran las condiciones ecológicas de la zona, lo que afecta a numerosas especies que habitan allí y hace notable la pérdida de cobertura vegetal.

## Recreación

Se encuentra dentro de la categoría de Actividades recreativas, cuenta con un total de 14 impactos de los cuales 3 impactos son significativos negativos y 11 son impactos no significativos.

La recreación es una actividad que mejora la calidad de vida de las personas que lo practican pero a su vez provoca un daño en el suelo ya que las personas no suelen usar los caminos y brechas establecidos, prefieren meterse entre los árboles para explorar o cortar camino provocando la compactación de la tierra al pisarla y esto hace que a la vegetación se le dificulte emerger.

Aunque la recreación familiar es buena, la falta de conciencia de los visitantes contamina el área en el que se encuentran ya que tiran la basura en donde sea, aunque en las encuestas la mayoría afirma depositar todo en los botes de basura, no es lo que se observa en su totalidad dentro del parque.



**Figuras 15 y 16. Actividades recreativas realizadas dentro del Parque**

## Vandalismo

Pertenece a la categoría de Actividades Humanas, cuenta con 14 impactos totales de los cuales 4 corresponden a impactos significativos negativos, 2 a impactos significativos positivos y 8 a impactos no significativos.

En los recorridos realizados se pudo observar actos vandálicos contra la vegetación natural, como son insignias con navajas en las cortezas de los árboles y con pintura en rocas.



**Figuras 17 y 18. Vandalismo en rocas**

### **Corredores**

Se encuentra de la categoría de Actividades Recreativas, cuenta con 6 impactos totales, de los cuales 2 impactos son significativos negativos y 4 son impactos no significativos.

Los corredores mejoran su salud al realizar esta actividad pero a su vez causan un impacto significativo en el suelo ya que las constantes pisadas realizadas provocan la compactación del suelo.

### **Corredores con perro**

Se encuentra dentro de la categoría de Actividades Recreativas, cuenta con 8 impactos totales, de los cuales 2 impactos son significativos negativos y 6 son impactos no significativos.

El impacto significativo que provocan los corredores con perro es la afectación del suelo, a su vez al traer sus perros estos ahuyentan a la fauna silvestre y además afectan la flora al pisotearla y morderla.



**Figura 19. Paseante con perro**

### **Ciclistas**

Pertenece a la categoría de Actividades recreativas, cuenta con 7 impactos totales de los cuales 2 impactos son significativos negativos y 5 son impactos no significativos

La problemática de esta actividad recae en que los ciclistas muchas veces no siguen los senderos y se meten en las áreas verdes; esto provoca daños en el suelo como la compactación y en la vegetación que es pisoteada con las bicicletas, por otro lado esta actividad beneficia a la gente que lo practica ya que mejora su calidad de vida.

### **Paseantes**

Pertenece a la categoría de Actividades recreativas, cuenta con 13 impactos los cuales son no significativos.

Debido a que en el parque hay caminos y brechas bien establecidos hace que la zona sea de fácil acceso provocando que este tenga un número de visitantes elevado, algunas personas que visitan esta zona lo hacen para caminar, conocer el lugar y estar en contacto con la naturaleza.





**Figura 20. Paseantes en el Parque**

### **Introducción de especies exóticas**

Pertenece a la categoría de Actividades recreativas, cuenta con 16 impactos de los cuales 10 son impactos significativos negativos, 3 son impactos significativos positivos y 3 impactos no significativos.

La vegetación introducida en este lugar son principalmente los arboles de Eucalipto que fueron plantados para repoblar la zona ya que crecen rápidamente, estos árboles son utilizados como materia prima pero no favorecen el crecimiento de otras plantas herbáceas y arbustivas, consumen demasiada agua y son alelopáticos, lo cual perjudica al resto del sotobosque.

La principal fauna introducida en esta zona son los gatos y los perros que se pueden constituir en domésticos y ferales, los cuales desplazan al resto de la fauna original.

### **Reforestación**

Pertenece a la categoría de Actividades Recreativas y cuenta con un total de 19 impactos, de los cuales 13 son impactos significativos positivos y 6 son impactos no significativos siendo esta la acción más benéfica realizada dentro de esta zona.

Es una acción que se da como un intento por rescatar a la Sierra de Guadalupe, no obstante, la reforestación no es simplemente plantar árboles donde hay pocos o donde antes no había; la reforestación conlleva un estudio ambiental, ya que los esfuerzos pueden resultar infructuosos o incluso dañinos para el ecosistema.

Es fundamental evitar la siembra de especies exóticas que limitan el crecimiento de especies nativas, porque haría desaparecer las especies animales que se alimentan de ellas rompiendo la cadena alimenticia.

La reforestación beneficia en varios aspectos al ecosistema, algunos de estos beneficios son la protección de los suelos fértiles de la destrucción ocasionada por el arrastre de las lluvias, revierte los procesos erosivos del suelo, mejora la calidad del aire, proporciona áreas recreativas naturales y mantiene la belleza paisajística de la zona.



**Figura 21. Reforestación con Pinos**

## **Incendios**

Se encuentra dentro de la categoría de Actividades recreativas manejo del Parque por lo cual se refiere a los ocasionados accidentalmente por el hombre. Esta actividad es la acción más frecuente, por lo que cuenta con 22 impactos totales de los cuales 19 son impactos significativos negativos y 3 son impactos no significativos.

Los incendios forestales constituyen una de las causas significativas de la pérdida de cobertura vegetal más importantes, el origen de los incendios de acuerdo a las conversaciones obtenidas con algunos visitantes y pobladores, son causados naturalmente en las temporadas secas, de manera accidental por la irresponsabilidad de algunas personas que realizan fogatas y por vandalismo. Los incendios afectan de manera negativa al ambiente por la deforestación, la erosión, la pérdida de la biodiversidad, destrucción del paisaje y del hábitat de la fauna silvestre.

## **Generación de desechos**

Esta actividad pertenece a la categoría de Urbanización con un total de 25 impactos de los cuales 14 son impactos significativos negativos y 11 son impactos no significativos.

La zona urbana cercana a la Sierra de Guadalupe produce residuos a gran escala, con las encuestas realizadas las personas afirmaron contar con servicio de recolección de basura por lo que va solo enfocada a la generada por las actividades de recreación dentro del Parque.

La recreación dentro de esta zona provoca una generación de residuos alta, existen botes de basura en la zona de Palapas pero en el resto del parque no los hay, la contaminación se puede observar principalmente en las áreas de vegetación cercanas a los caminos y brechas, las cuales son utilizadas por los visitantes para descansar, comer y convivir generando por lo tanto empaques, botellas de plástico, latas de cerveza y utensilios desechables como son cucharas, tenedores y platos los cuales no son recolectados por ninguna persona.



**Figuras 22 y 23. Basura generada por las actividades de Recreación**

## **MATRIZ DE Mc HARG**

Para la realización de esta matriz se tomaron en cuenta las actividades causantes de mayor deterioro ambiental que se registraron en la Matriz tipo Leopold, estas actividades obtuvieron un rango de entre 15 a 25 impactos Totales.

Las características evaluadas fueron el grado de Resistencia que consta de los siguientes puntos: Obstrucción, Muy grande, Grande, Media, Débil y Muy débil. También se consideró la Perturbación del Impacto que comprende: Alto, Mediano y Bajo. La Magnitud del Impacto Regional, Local y Puntual, Características del impacto como Reversible o Irreversible, dependiendo de la Magnitud del Impacto se determinó la Importancia del Impacto que podría ser Mayor, Medio, Menor o Nulo.

Se considera una actividad con obstrucción aquella que perjudique de alguna manera la integridad de los componentes más importantes del ecosistema; se puede observar en la matriz que las Actividades en las que se presenta un grado de Resistencia con Obstrucción en algunos elementos del ambiente son: el establecimiento de Asentamientos Humanos, Caminos y Brechas, la extracción de Flora y Fauna, los Incendios y la Generación de Residuos.

Los Asentamientos Humanos provocan cambios radicales en el medio donde son establecidos, reducen la extensión del área natural, el suelo es modificado, se desplaza a la fauna nativa y se altera el paisaje ya que se requiere deforestar la vegetación lo cual afecta estéticamente esta Área Natural Protegida.

La construcción de caminos y brechas altera las condiciones físicas del suelo compactándolo promoviendo su erosión y fractura el hábitat alterando la distribución de la fauna silvestre y afectando su dinámica natural.

La Extracción de flora y fauna nativa fue clasificada con grado de resistencia con Obstrucción debido a que existen especies de reptiles y aves que se encuentran dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por lo que es importante disuadir a los pobladores de realizar dicha actividad.

Los incendios provocan contaminación atmosférica, destruyen la vegetación natural así como la de las reforestaciones, propicia la erosión y disminución de nutrientes por la falta de cobertura vegetal, disminución de la recarga de los mantos acuíferos, pérdida de

hábitats para la fauna desplazándola e incluso algunos mueren al no poder escapar, lo cual provoca la disminución de las poblaciones; durante la época de lluvias existe la posibilidad de que se produzcan deslaves al estar descubierto el suelo poniendo en peligro a la población.

El aumento de población, la recreación y el comercio son acciones que generan desechos orgánicos e inorgánicos que incrementan la contaminación sobre todo en el suelo que se acumulan al no tener otro destino erradicando a la fauna nativa.

La mayoría de las actividades realizadas provocan una perturbación alta en el ambiente y son impactos de magnitud regional.

Los componentes ambientales más afectados son el suelo, la fauna y el paisaje; el suelo es el principal ya que la mayoría de las actividades requieren su uso provocándole importantes daños como es la compactación y su posterior erosión que lo vuelve infértil por lo que su productividad se pierde completamente; de acuerdo a esto la matriz muestra su afectación como irreversible.

Otro componente del ambiente también muy afectado es la flora, ya que se requiere la deforestación de vegetación para la realización de ciertas actividades como el cultivo, la ganadería y el establecimiento de asentamientos humanos; el daño a la flora no es un impacto irreversible ya que es posible la realización de campañas de reforestación que puede permitir restaurar el daño provocado.

Todas las actividades realizadas son de importancia alta ya que provocan graves alteraciones y afectan a todos los componentes del ambiente, por lo que es necesario tratar de reducirlas lo más posible y tener un mayor control de ellas.



		Grado de resistencia						Perturbación del elemento				Magnitud del impacto			Carac. del impacto		Importancia del impacto					
ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO	ELEMENTO AFECTADO	Obstrucción	Muy grande	Grande	Media	Débil	Muy débil	Alta	Media	Bajo	Nulo	Regional	Local	Puntual	Reversible	Irreversible	Mayor	Medio	Menor	Nulo		
URBANIZACIÓN	Asentamientos Humanos	Suelo	x					w				o				&	H					
		Flora			x				w				o			&		H				
		Fauna	x							w			o			&			H			
		Calidad de Vida			x					w			o			&		H				
	Cambio de uso de suelo	Paisaje	x						w				o			&		H				
		Geología y morfología			x				w				o			&		H				
		Flora			x				w				o			&			H			
	Caminos y Brechas	Fauna				x				w			o			&			H			
		Paisaje			x				w				o			&		H				
		Suelo		x						w			o			&		H				
		Flora			x					w			o			&			H			
	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Extracción de Flora y Fauna Nativa	Fauna			x				w			o				&	H				
Paisaje					x				w			o				&	H					
Inter. Ecológicas					x				w				o			&		H				
Especies Amenazadas			x						w				o			&		H				
Suelo			x						w				o			&		H				
Cultivo		Flora	x							w			o			&			H			
		Fauna			x					w			o			&			H			
		Paisaje			x				w				o			&		H				
Tala Inmoderada		Flora				x			w				o			&		H				
		Fauna					x			w			o			&			H			
		Paisaje			x				w				o			&		H				
Ganadería		Suelo			x				w	w			o			&		H				
	Flora				x				w			o			&			H				
	Fauna				x					w		o			&			H				
	Paisaje			x					w			o			&			H				
ACTIVIDADES RECREATIVAS	Introducción de Especies Exóticas	Calidad de Vida			x			w				o			&		H					
		Suelo		x					w				o				&		H			
		Flora			x				w				o			&		H				
		Fauna			x				w				o			&		H				
	Reforestación	Paisaje			x				w				o			&		H				
		Aire		x					w				o			&		H				
		Suelo		x						w			o				&		H			
		Especies exóticas		x					w				o			&		H				
	Incendios	Paisaje			x				w				o			&		H				
		Aire		x					w				o			&		H				
		Flora		x					w				o			&		H				
		Fauna			x				w				o			&		H				
Generación de desechos	Paisaje		x					w				o			&		H					
	Aire			x				w				o			&			H				
	Agua			x				w				o			&		H					
	Suelo	x						w				o				&	H					
	Flora			x				w				o			&		H					
	Fauna			x				w				o			&			H				
	Paisaje		x					w				o			&		H					

Tabla 6. Matriz de Mc Harg

## REDES DE SORENSEN

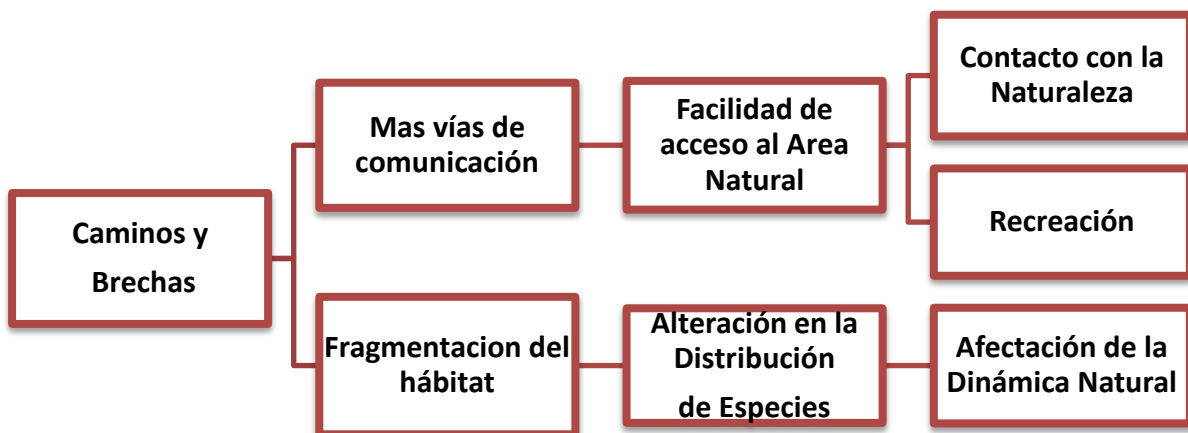
El método de red más conocido es el de Sorensen, elaborado en 1971. Se trata principalmente de una técnica de identificación de efectos.

Las redes establecen relaciones de tipo causa-condición-efecto, permitiendo una mejor identificación de los efectos acumulativos o indirectos. Se muestra en forma de árbol, se conoce como árbol de relevancias o de impactos y se emplea para relacionar y registrar efectos secundarios, terciarios y de orden superior.

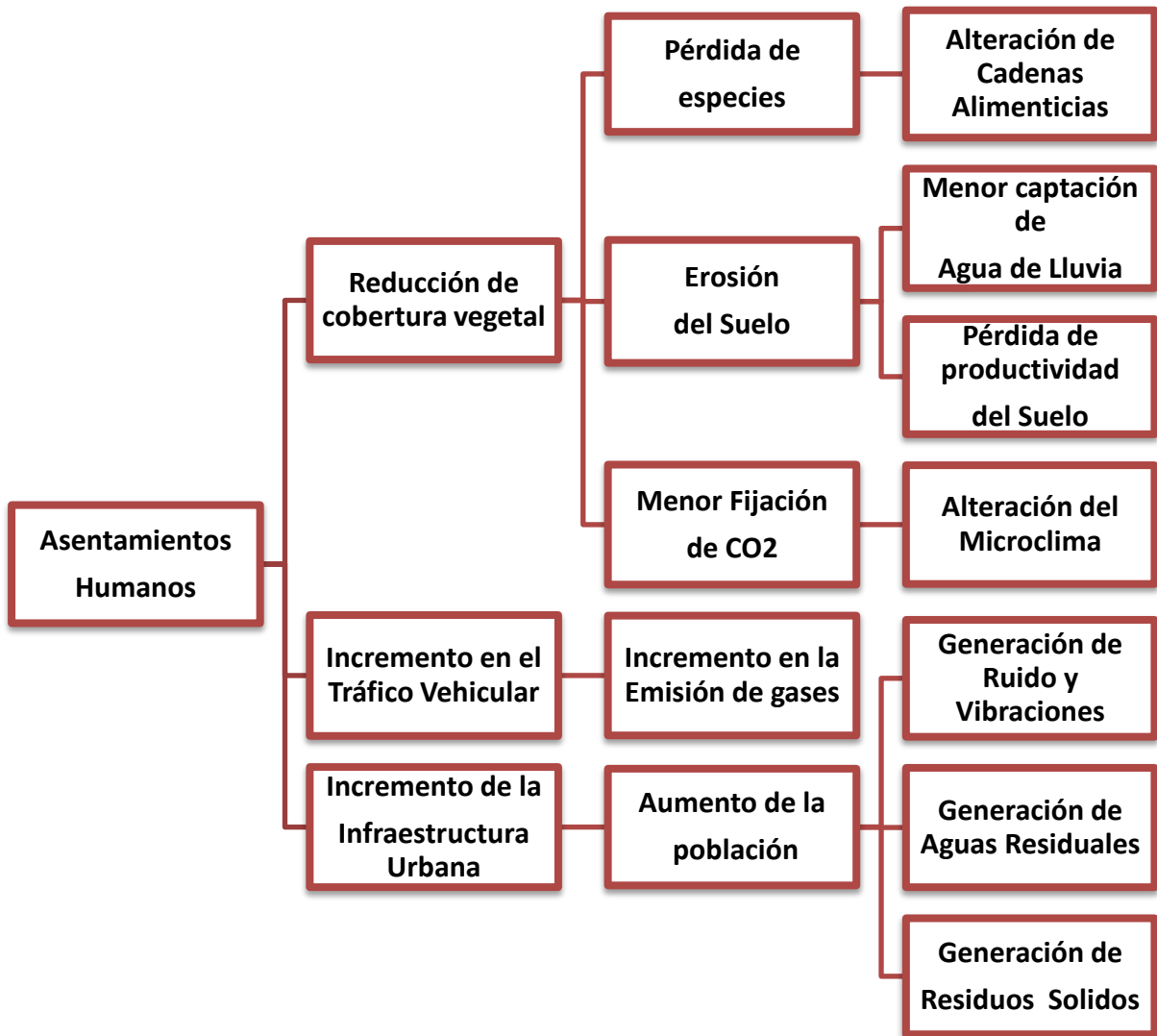
Las redes son valiosas porque abordan al ambiente como un sistema complejo. Una acción causa una o más condiciones de cambio ambiental que a su vez produce uno o más condiciones de cambios subsecuentes y que finalmente resultarán en uno o más efectos terminales (Vidal & Franco, 2009).

La importancia y la magnitud se miden subjetivamente en una escala de 0 a 10 de forma similar al del método de Leopold (Coneza, 2009).

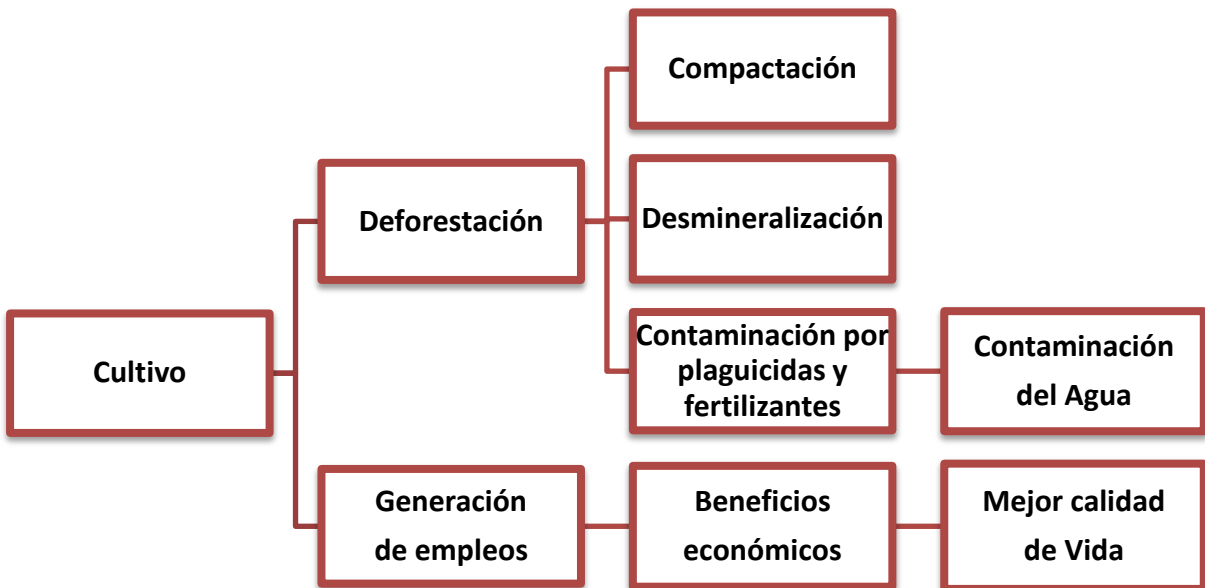
## URBANIZACION

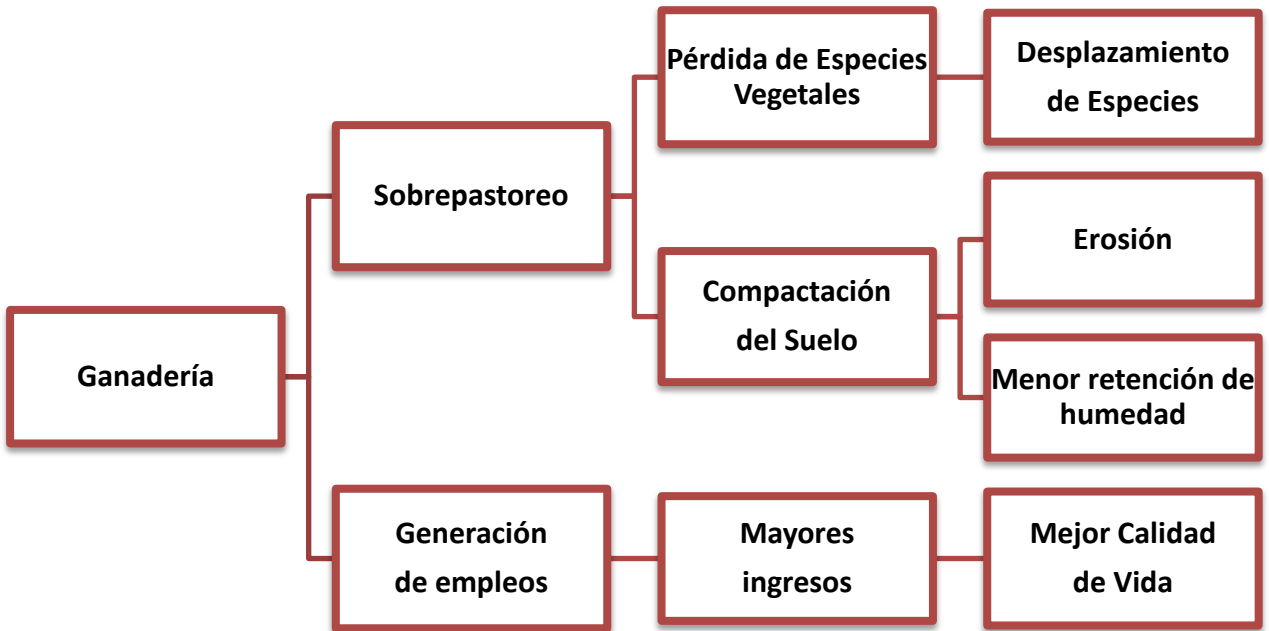
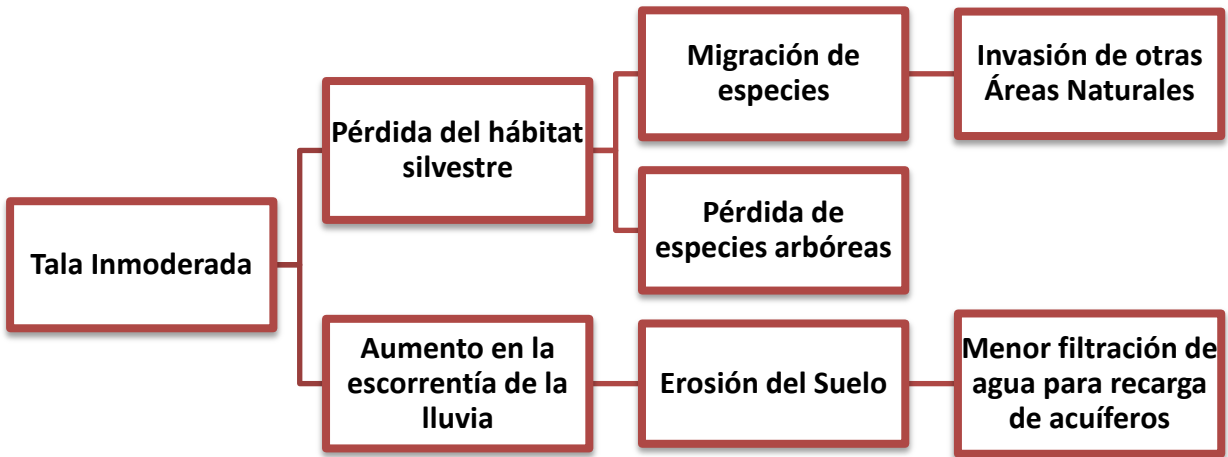




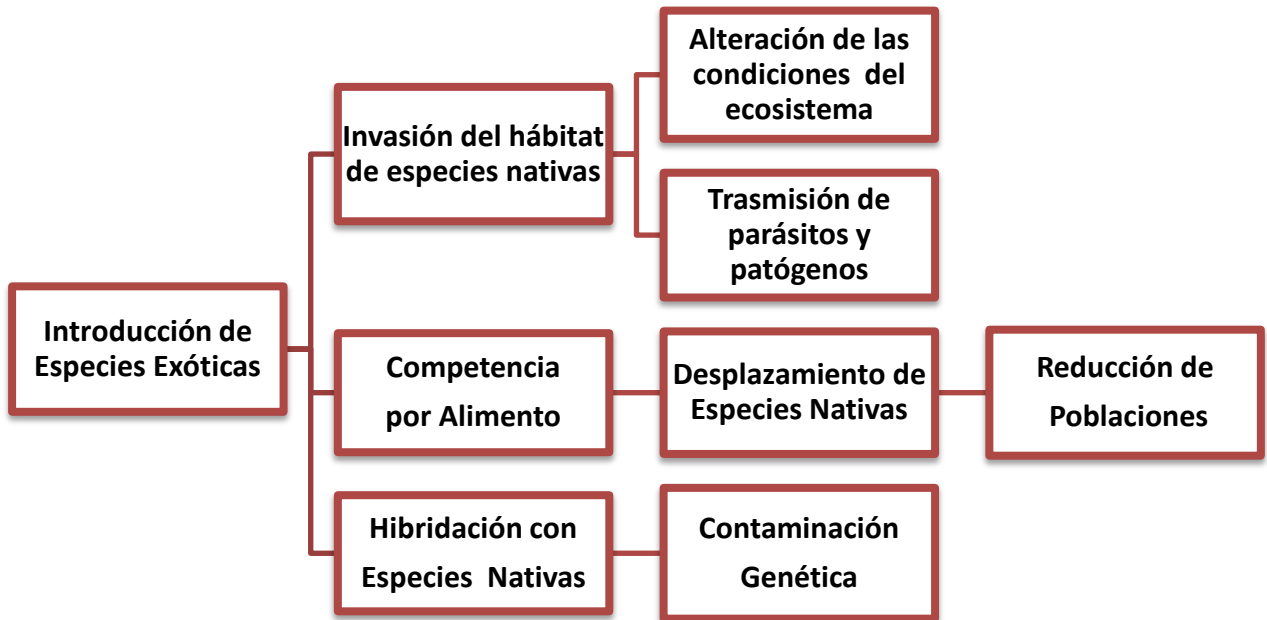


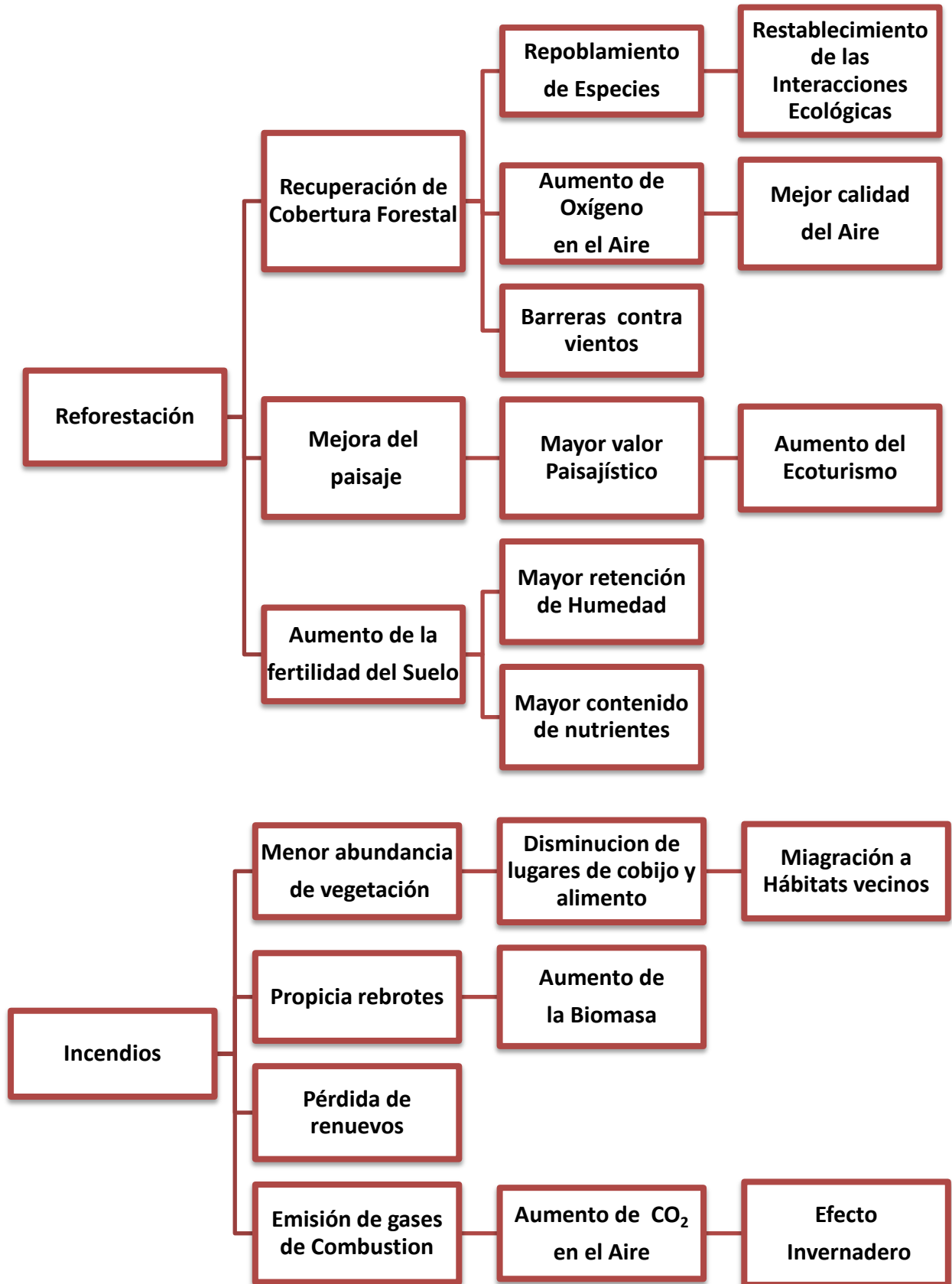
## ACTIVIDADES PRODUCTIVAS





## ACTIVIDADES RECREATIVAS





<b>CLAVE</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>POBABILIDAD</b>	<b>MAGNITUD</b>	<b>IMPORTANCIA</b>
A	Asentamientos Humanos	0.7	-8	10
A.1	Reducción de Cobertura Vegetal	0.7	-7	10
A.1.1	Perdida de Especies	0.5	-7	9
A.1.1.1	Alteración de Cadenas Alimenticias	0.4	-6	6
A.1.2	Erosión del Suelo	0.5	-6	7
A.1.2.1	Menor Captación de Agua de Lluvia	0.4	-5	7
A.1.2.2	Pérdida de Productividad del Suelo	0.5	-7	7
A.1.3	Menor Fijación de CO2	0.4	-6	6
A.1.3.1	Alteración del Microclima	0.4	-6	8
A.2	Incremento en Tráfico Vehicular	0.6	-8	6
A.2.1	Emisión de Gases	0.5	-4	7
A.3	Incremento de la Infraestructura Urbana	0.6	-7	6
A.3.1	Aumento de la Población	0.7	-7	6
A.3.1.1	Generación de Ruido y Vibraciones	0.5	-4	6
A.3.1.2	Generación de Aguas Residuales	0.7	-7	8
A.3.1.3	Generación de Residuos Sólidos	0.6	-7	8
B	Caminos y Brechas	0.6	-6	7
B.1	Más Vías de Comunicación	0.5	6	7
B.1.1	Facilidad de acceso al Área Natural	0.6	7	8
B.1.1.1	Contacto con la Naturaleza	0.5	8	9
B.1.1.2	Recreación	0.6	7	7
B.2	Fragmentación del Hábitat	0.6	-6	7
B.2.1	Alteración en la Distribución de Especies	0.7	-7	7
B.2.1.1	Afectación en la Dinámica Natural	0.7	-7	8
C	Extracción de Flora y Fauna	0.7	-7	9
C.1	Disminución en la Abundancia de Especies	0.6	-7	8
C.1.1	Perdida de Diversidad	0.7	-8	9
C.1.2	Alteración estética del Paisaje	0.4	-6	7
C.1.2.1	Pérdida de Valor Ecológico	0.6	-7	8

D	Cultivo	0.7	-7	8
D.1	Deforestación	0.7	-7	9
D.1.1	Compactación	0.6	-6	8
D.1.2	Desmineralización	0.6	-7	8
D.1.3	Contaminación por plaguicidas y fertilizantes	0.5	-6	7
D.1.3.1	Contaminación del agua	0.6	-6	8
D.2	Generación de Empleos	0.6	6	8
D.2.1	Beneficios Económicos	0.5	7	8
D.2.1.1	Mejor calidad de Vida	0.4	6	9
E	Tala Inmoderada	0.8	-7	9
E.1	Perdida del hábitat Silvestre	0.7	-7	8
E.1.1	Migración de Especies	0.6	-6	7
E.1.1.1	Invasión de otras Áreas Naturales	0.6	-7	8
E.1.2	Auyentamiento de Especies	0.5	-7	8
E.2	Aumento en la Escorrentía de la Lluvia	0.6	-8	9
E.2.1	Erosión del Suelo	0.6	-7	8
E.2.1.1	Menor filtración de agua para recarga de Acuíferos	0.5	-7	7
F	Ganadería	0.6	-6	7
F.1	Sobrepastoreo	0.6	-7	7
F.1.1	Perdida de Especies Vegetales	0.5	-7	8
F.1.1.1	Desplazamiento de Especies	0.4	-6	6
F.1.2	Compactación del Suelo	0.4	-7	7
F.1.2.1	Erosión	0.6	-7	8
F.1.2.2	Menor retención de Humedad	0.5	-7	7
F.2	Generación de Empleos	0.6	7	7
F.2.1	Mayores Ingresos	0.5	7	7
F.2.1.1	Mejora la calidad de Vida	0.5	7	8
G	Introducción de Especies Exóticas	0.7	-8	9
G.1	Invasión del hábitat natural de Especies Nativas	0.7	-7	7
G.1.1	Alteración de las condiciones del Ecosistema	0.6	-7	8
G.1.2	Transmisión de Parásitos y Patógenos	0.5	-8	8
G.2	Competencia por Alimento	0.6	-7	7
G.2.1	Desplazamiento de Especies Nativas	0.5	-7	8
G.2.1.1	Reducción de Poblaciones	0.7	-7	8
G.3	Hibridación con Especies Nativas	0.5	-7	8
G.3.1	Contaminación Genética	0.4	-7	7

H	Reforestación	0.6	7	10
H.1	Recuperación de Cobertura Vegetal	0.6	7	9
H.1.1	Repoblamiento de Especies	0.6	7	10
H.1.1.1	Restablecimiento de las Interacciones Ecológicas	0.5	8	8
H.1.2	Aumento de Oxígeno en el Aire	0.5	7	9
H.1.2.1	Mejor Calidad del Aire	0.4	7	9
H.1.3	Barreras contra Vientos	0.7	7	8
H.2	Mejora del Paisaje	0.7	9	9
H.2.1	Mayor valor Paisajístico	0.6	8	10
H.2.1.1	Aumento del Ecoturismo	0.6	7	8
H.3	Aumento de la Fertilidad del Suelo	0.6	8	8
H.3.1	Mayor Retención de Humedad	0.5	7	8
H.3.2	Mayor Contenido de Nutrientes	0.4	7	8
I	Incendios	0.8	-8	10
I.1	Menor abundancia de Vegetación	0.7	-7	10
I.1.1	Disminución de lugares de Cobijo y Alimento	0.6	-7	8
I.1.1.1	Migración a hábitats vecinos	0.6	-7	7
I.2	Propicia rebrotes	0.5	-6	7
I.2.1	Aumento de la Biomasa	0.6	-7	7
I.3	Perdida de Renuevos	0.5	-7	8
I.4	Emisión de Gases de Combustión	0.6	-8	9
I.4.1	Aumento de Co2 en el Aire	0.6	-7	9
I.4.1.1	Efecto Invernadero	0.7	-8	9
J	Generación de Desechos	0.9	-7	10
J.1	Alteración estética del Paisaje Natural	0.8	-8	10
J.1.1	Disminución del Valor Paisajístico	0.7	-8	8
J.1.1.1	Menor Incidencia de Visitantes	0.4	-7	8
J.2	Producción de Malos Olores	0.6	-8	9
J.2.1	Mala calidad del Aire	0.5	-8	8
J.2.1.1	Daños a la Salud	0.4	-7	7
J.3.	Aumento de Especies Nocivas	0.5	-7	8
J.3.1	Transmisión de Enfermedades	0.4	-6	7
J.4	Contaminación por Lixiviados	0.6	-7	8
J.4.1	Degradación del Suelo	0.6	-7	8

**Tabla 7. Probabilidad, Magnitud e Importancia de los impactos presentados en las Redes de Sorensen.**



Rama	Probabilidad de Ocurrencia por Rama	Impacto Total	Impacto Pesado
<b>ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>			
1	0.098	-249	-24.402
2	0.098	-227	-22.246
3	0.1225	-241	-29.5225
4	0.0784	-234	-18.3456
5	0.21	-156	-32.76
6	0.147	-188	-27.636
7	0.2058	-220	-45.276
8	0.1764	-220	-38.808
<b>CAMINOS Y BRECHAS</b>			
9	0.09	128	11.52
10	0.108	105	11.34
11	0.1764	-189	-33.3396
<b>EXTRACCION DE FLORA Y FAUNA</b>			
12	0.294	-191	-56.154
13	0.1008	-217	-21.8736
<b>CULTIVO</b>			
14	0.294	-167	-49.098
15	0.294	-175	-51.45
16	0.147	-209	-30.723
17	0.084	102	8.568
<b>TALA INMODERADA</b>			
18	0.2016	-217	-43.7472
19	0.28	-175	-49
20	0.144	-240	-34.56
<b>GANADERIA</b>			
21	0.072	-183	-13.176
22	0.0864	-196	-16.9344
23	0.072	-189	-13.608
24	0.09	112	10.08
<b>INTRODUCCION DE ESPECIES EXOTICAS</b>			
25	0.294	-177	-52.038
26	0.245	-185	-45.325
27	0.147	-233	-34.251
28	0.14	-177	-24.78
<b>REFORESTACION</b>			
29	0.108	267	28.836
30	0.072	259	18.648
31	0.252	189	47.628

32	0.1512	287	43.3944
33	0.18	190	34.2
34	0.144	190	27.36
<b>INCENDIOS</b>			
35	0.2016	-255	-51.408
36	0.24	-171	-41.04
37	0.4	-136	-54.4
38	0.2016	-287	-57.8592
<b>GENERACION DE DESECHOS</b>			
39	0.2016	-270	-54.432
40	0.108	-255	-27.54
41	0.18	-168	-30.24
42	0.324	-182	-58.968
<b>Impacto Total Esperado</b>			<b>-943.3667</b>

**Tabla 8. Valores por rama de Probabilidad de ocurrencia, Impacto Total e Impacto Pesado.**

El registro del impacto pesado es de -934.3667, resultado de las 42 ramas que se formaron en las redes, este resultado engloba la alteración ambiental que generan todas las actividades mencionadas desde la matriz tipo Leopold, la matriz de Mc Harg y las redes de Sorensen. De las 42 ramas formadas, 32 presentan un impacto pesado negativo y 10 ramas presentan un impacto pesado positivo lo que hace notable que las acciones humanas afectan demasiado al ambiente las acciones positivas no son suficientes para compensar el daño.

Las actividades con mayor impacto pesado son: el establecimiento de asentamientos Humanos con -238.9961, los incendios con -204.7072 y la Reforestación con 200.0664; esta última con impacto positivo.

Ante la presión urbana existen muchas acciones que amenazan y hacen que se deterioren muchos de los recursos naturales que dan beneficios a la población. Se debe minimizar el deterioro que existe ya que de no hacerse esto produciría que las especies animales y vegetales presenten un futuro incierto así como otros componentes del ambiente.

Algunos de los daños detectados en el parque son claramente provocados por el crecimiento acelerado poblacional e industrial, como lo son los asentamientos humanos y

la construcción de caminos y brechas, es necesario desarrollar un plan para mitigar dichas afectaciones y así conservar esta importante área ecológica.

La pérdida de especies es la causa principal de que algunas áreas naturales dejen de ser consideradas de importancia ecológica, aún existe diversidad de ejemplares silvestres en el parque pero si se sigue realizando su extracción, las poblaciones van a disminuir e incluso desaparecer.

La necesidad económica de los pobladores ha provocado que se realicen diversas actividades como lo son la agricultura, la ganadería y la explotación forestal, han ocasionado el desplazamiento de la fauna y flora nativas.

La presencia de ganado pastando libremente provoca la disminución de las plantas de renuevo del bosque, así como de las plantaciones de reforestación, afectando la efectividad de los programas de restauración.

La recreación y los servicios que presta el parque son positivos para promover el contacto con la naturaleza pero no existe un control de los visitantes y pobladores para evitar que hagan mal uso de los recursos naturales. La calidad actual del ecosistema es consecuencia de la presión ejercida en el lugar por los seres humanos, del mal manejo del parque, los incendios, la extracción ilegal de recursos naturales, la falta de un plan de aprovechamiento, así como de la insuficiente educación ambiental y conciencia de los visitantes hacia los Recursos Naturales.

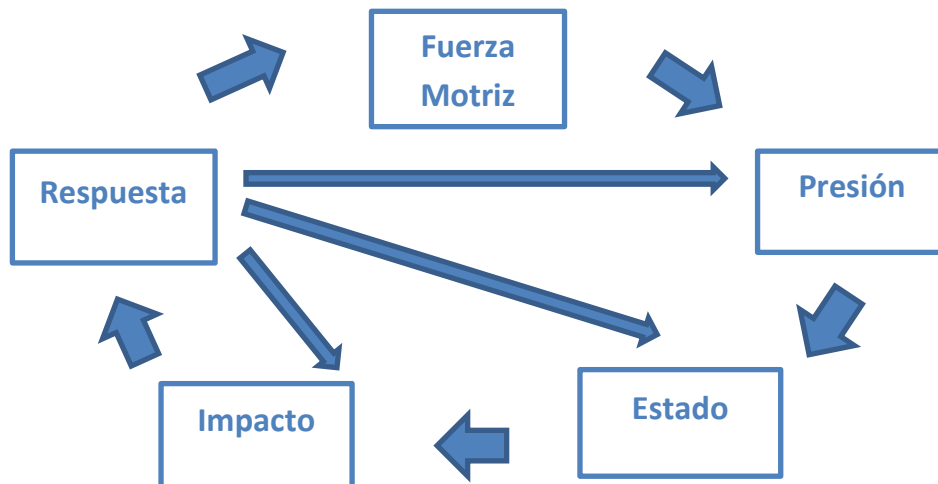
Se han realizado reforestaciones inadecuadas con especies exóticas, lo cual ha provocado que la mayor parte del bosque este compuesto por arboles de Eucalipto, los cuales solo han empobrecido el suelo; las medidas para mitigar los impactos negativos deben plantearse bien para evitar dañar más el ecosistema.

A pesar de que se realizan actividades para compensar algunos de los daños detectados estas no son suficientes, se requieren medidas para restaurar las alteraciones provocadas por cada actividad humana.

## METODO DPSIR

Se trata de una extensión del modelo PER (presión, estado, respuesta) de la OCDE (Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económicos). El modelo DPSIR es utilizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, a continuación se definen brevemente cada uno de los elementos del modelo DPSIR:

- Fuerza Motriz: Son los factores que influyen las variables relevantes. Una fuerza motriz es una necesidad.
- Presión: Describen las variables que directamente causan los problemas ambientales.
- Estado: Muestran el estado actual del medio ambiente. Como resultado de las presiones, el estado del medio ambiente se ve afectado; es decir la calidad de los diferentes sectores ambientales (aire, agua, suelo, etc.) en relación con las funciones que cumplen.
- Impacto: Describen los efectos de los cambios de estado. Los cambios pueden causar impactos económicos o medioambientales sobre el funcionamiento de los ecosistemas.
- Respuesta: Demuestran los esfuerzos de la sociedad para solucionar los problemas por parte de la sociedad o por parte de los encargados políticos (Garrain, 2009).



**Figura 24. Interacción entre los elementos del modelo DPSIR**

FUERZAS MOTRICES	PRESIÓN	ESTADO	IMPACTO	RESPUESTA
Urbanización	Asentamientos Humanos	<p>La fuerte sobrepoblación ha provocado que la mancha urbana se extienda disminuyendo la superficie natural, se construyen casas sin autorización con el fin de lograr tener un hogar estable y con esto poder dejar un patrimonio.</p> <p>A su vez se provoca la demanda de servicios públicos como son la red de agua potable y electricidad, esto conlleva a muchos cambios en distintos aspectos ambientales.</p> <p>Debido a la gran afectación que provoca se ubica como la actividad generadora de mayor alteración ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de vegetación para la obtención del espacio para la construcción.</li> <li>• Menor captación de carbono.</li> <li>• Erosión del suelo.</li> <li>• Disminución de la capacidad de recarga de los mantos freáticos por la compactación del suelo.</li> <li>• Incremento de las emisiones de gases por el tráfico vehicular.</li> <li>• Generación de Agua Residual.</li> <li>• Generación de Residuos Sólidos.</li> <li>• Mayor ruido y vibraciones que ahuyenta a la fauna silvestre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ley de Parques Estatales y Municipales</b> (Prohíbe el establecimiento de inmuebles dentro de los límites del Parque).</li> <li>• <b>NOM-041-ECOL-1999</b> (Establece los límites permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de automóviles).</li> <li>• <b>Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México</b> (Conservación ecológica y Protección al ambiente).</li> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México</b> (Regula el ordenamiento ecológico en el Estado y los Municipios, así como los asentamientos humanos a través de los programas de desarrollo urbano).</li> </ul>
	Caminos y Brechas	<p>El aumento de la población y la construcción de casas han generado la necesidad de construir caminos para poder trasladarse de un lugar a otro.</p> <p>Por otro lado se ha propiciado la llegada constante de visitantes que desean conocer y estar en contacto con</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmentación del hábitat.</li> <li>• Afectación de la dinámica natural de las Especies.</li> <li>• Compactación del suelo y su posterior erosión.</li> <li>• Facilidad de acceso al área natural permitiendo un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-041-ECOL-1999</b> (Establece los límites permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente de los vehículos).</li> </ul>

		el medio natural promoviéndose el ecoturismo.	<p>mayor contacto con la naturaleza.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del tránsito vehicular provocando la emisión de mayores cantidades de gases.</li> </ul>	
Actividades Productivas	Extracción de Flora y Fauna Nativa	<p>La extracción de flora y fauna es una actividad realizada por la población local con fines de consumo, las cactáceas son la familia más saqueada debido a su demanda como plantas de ornato y las plantas medicinales para consumo propio y venta.</p> <p>La fauna más afectada son el grupo de las aves y los reptiles ya que son vendidos como mascotas y algunas de estas especies se encuentran en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución en la abundancia de especies y su posterior extinción.</li> <li>• Afectación de las Interacciones Ecológicas.</li> <li>• Alteración estética del paisaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ley de Parques Estatales y Municipales</b> (Establece que la flora y fauna gozará de protección especial, permitiendo su explotación mediante el pago de cuotas en el tiempo que se considere conveniente).</li> <li>• <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> (Establece las especies que se encuentran en estatus de peligro para su protección).</li> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México</b> (Regula la preservación, conservación, recuperación, protección y fomento para el aprovechamiento sostenible de la vida silvestre y su hábitat).</li> </ul>
	Cultivo	La falta de empleos ha provocado que la población decida dedicarse a esta actividad para poder tener ingresos económicos, pero es	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación.</li> <li>• Compactación y erosión del suelo.</li> <li>• Pérdida de la productividad del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-062-SEMARNAT-1994</b> (Establece las especificaciones para mitigar los efectos sobre la biodiversidad</li> </ul>

		<p>una actividad que provoca grandes daños ya que para poder llevarla a cabo deben deforestarse grandes extensiones de vegetación y se daña gravemente el suelo. La agricultura que se practica en el área es de temporal, centrándose en el cultivo del maíz y el frijol, esta actividad por el momento se da en las zonas contiguas de la población por lo que después se espera que se extienda hacia la zona boscosa.</p>	<p>suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación del suelo y agua por el uso de fertilizantes y plaguicidas.</li> <li>• Perdida de lugares de cobijo para los animales.</li> <li>• Desplazamiento de especies.</li> <li>• Generación de ingresos para mejorar la calidad de vida.</li> </ul>	<p>causados por el uso agropecuario del suelo).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México.</b> (Regula las prácticas agropecuarias de roza, tumba y quema consideradas como labores previas a la preparación de los suelos, cultivos en terrenos forestales, agrícola o ganadera, evitando los cambios de uso de suelo injustificados para la preservación de la biodiversidad).</li> </ul>
	Tala Inmoderada	<p>La tala de árboles es un caso presente, ya que los pobladores afirman realizar esta actividad.</p> <p>El uso de madera como combustible ha provocado que los habitantes vayan a esta área natural a conseguir troncos caídos o a cortar pequeños árboles para abastecerse de leña.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida de hábitat silvestre.</li> <li>• Migración de Especies.</li> <li>• Escorrentía de la lluvia.</li> <li>• Erosión del Suelo.</li> <li>• Menor cantidad de agua filtrada para Recarga de Acuíferos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México</b> (Ejecución de acciones de inspección y vigilancia para evitar la explotación excesiva de los elementos naturales, recursos naturales y la tala inmoderada).</li> <li>• <b>NOM-060-SEMARNAT-1994</b> (Establece las especificaciones para mitigar los efectos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el Aprovechamiento forestal).</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-061-SEMARNAT-1994</b> (Establece las especificaciones para mitigar los efectos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal).</li> </ul>
	Ganadería	<p>La Ganadería es una actividad realizada en la zona, es una fuente de ingresos para los pobladores.</p> <p>Los principales ganados que se identificaron son el vacuno, caprino y ovino.</p> <p>Los habitantes llevan a sus diferentes ganados a recorrer varias zonas para que se alimenten lo que hace que el problema no se concentre en una pequeña extensión de área natural.</p> <p>Aparte de la alimentación de estos ganados se suma la de los caballos que son utilizados para realizar recorridos a los visitantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrepastoreo.</li> <li>• Pérdida de Vegetación Natural.</li> <li>• Afectación de renuevos y la plantación de la reforestación.</li> <li>• Desplazamiento de Especies.</li> <li>• Compactación y erosión del Suelo.</li> <li>• Entrada de ingresos para mejorar la calidad de vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-020-SEMARNAT-2001</b> (Establece los procedimientos que se deberán realizar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo).</li> <li>• <b>NOM-062-SEMARNAT-1994</b> (Establece las especificaciones para mitigar los efectos sobre la biodiversidad por el uso agropecuario del suelo).</li> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México.</b> (Regula las prácticas agropecuarias de roza, tumba y quema consideradas como labores previas a la preparación de los suelos, cultivos en terrenos forestales, agrícola o ganadera, evitando los cambios de uso de suelo injustificados para la preservación de la biodiversidad).</li> </ul>



<p>Actividades de Recreación</p>	<p>Introducción de Especies Exóticas</p>	<p>La introducción de especies es un problema ambiental potencial en esta zona, ya que se observa que hay especies de Eucaliptos los cuales fueron plantados en algún momento con el fin de recuperar un poco la zona natural, estas especies se caracterizan por empobrecer el suelo y por no proporcionar ninguna fuente de alimento a la fauna silvestre.</p> <p>La introducción de especies animales se realiza debido a la casi ausencia de estos, se sabe que se ha realizado la introducción de especies de serpientes y se espera que se haga lo mismo con otras especies como un intento de repoblar la zona.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invasión del hábitat natural de especies nativas.</li> <li>• Alteración de las condiciones naturales del Ecosistema.</li> <li>• Transmisión de Parásitos y Patógenos.</li> <li>• Competencia por alimentos.</li> <li>• Desplazamiento de especies nativas.</li> <li>• Hibridación y posterior Contaminación Genética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> (Establece las especies que se encuentran en estatus de peligro para su protección).</li> <li>•</li> </ul>
	<p>Reforestación</p>	<p>La Reforestación es una medida de mitigación clave para revertir el daño causado por la deforestación, se están realizando esfuerzos para regenerar esta área natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de la Cobertura Vegetal y con ello mayores lugares de cobijo para la fauna.</li> <li>• Repoblación de especies.</li> <li>• Barreras contra vientos.</li> <li>• Reducción del proceso de erosión del suelo.</li> <li>• Formación de suelos fértiles.</li> <li>• Mayor captación de agua para la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ley de Parques Estatales y Municipales</b> (Promueve trabajos de reforestación para mejorar el ambiente y regenerar los suelos).</li> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México</b> (Ejecución de actividades de reforestación en zonas siniestradas, erosionadas o desertificadas para la rehabilitación de las</li> </ul>

			<p>recarga de Acuíferos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora del paisaje Natural.</li> <li>• Aumento del ecoturismo.</li> </ul>	<p>cuenas hidrológicas y la reordenación de los aprovechamientos forestales).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-152-SEMARNAT-2006</b> (Establece los lineamientos, que deben seguir los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales).</li> <li>• <b>Grupo Ambientalista Sierra de Guadalupe A.C.</b> (Realiza año tras año campañas de reforestación con especies nativas, con ayuda de empresas y escuelas. Además recolectan semillas de la Sierra de Guadalupe y crean sus propios viveros).</li> </ul>
	Incendios	<p>Los incendios en esta zona tienen varios orígenes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por las temporadas de calor donde la vegetación es muy seca lo que provoca que el fuego se propague rápidamente.</li> <li>• Por las fogatas realizadas por los visitantes y que se salen de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de grandes extensiones de vegetación y de renuevos.</li> <li>• Migración de Especies.</li> <li>• Modificación de la distribución de las especies.</li> <li>• Emisión de gases de Combustión.</li> <li>• Efecto Invernadero.</li> <li>• Erosión del Suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NOM-015-SEMARNAT/SAGARP A-2007</b> (Establece las especificaciones del uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario).</li> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México</b> (Regular la prevención, combate y control de incendios forestales).</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por los pobladores, para hacer uso del espacio con fines productivos.</li> <li>• Vandalismo.</li> </ul>		
Generación de Desechos	<p>La población afirma contar con servicio de recolección de basura pero existen zonas en donde hay grandes cantidades de basura ya que algunos pobladores no esperan a que pase el recolector.</p> <p>La problemática también se ubica dentro del Parque, en la zona de palapas existen botes para depositar los desechos pero el problema se extiende en todo el parque ya que en los caminos y brechas se llega a encontrar desperdicios de los ciclistas, corredores y vándalos (botellas de plástico, de vidrio, envolturas y bolsas de plástico), que al no encontrar un lugar adecuado donde depositarlos lo hacen en el área natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración estética del paisaje natural.</li> <li>• Afectación en la distribución de flora y fauna.</li> <li>• Disminución del valor paisajístico.</li> <li>• Malos olores.</li> <li>• Mala calidad del aire.</li> <li>• Daños a la salud.</li> <li>• Aumento de especies nocivas.</li> <li>• Deterioro y alteración de las características del suelo por la acumulación de basura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reglamento de la Ley de Parques Estatales y Municipales</b> (Programa y proyecta las acciones de Tratamiento de desechos).</li> <li>• <b>Código para la Biodiversidad del Estado de México</b> (Fomenta la reducción, reutilización y reciclado, así como la prevención de la contaminación, la remediación, rehabilitación, recuperación y restauración de suelos contaminados con residuos).</li> <li>• <b>NOM-083-SEMARNAT-2003</b> (Establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales).</li> </ul>	

## DISCUSIÓN

La Sierra de Guadalupe se encuentra inmersa en el centro de la Cuenca de México, fue declarada “Zona de Protección Forestal” en 1923, en 1976 se decretó como “Parque Estatal”, administrado por el Gobierno del Estado de México y en 1990 fue decretada como Área Natural Protegida (ANP). El presente estudio se realizó en la porción del parque perteneciente al municipio de Tultitlan; en esta parte existe una gran expansión industrial, esta situación ha propiciado que la zona se convierta en un gran captador de población inmigrante, que se han establecido en el perímetro de la Sierra de Guadalupe a través de procesos de invasión, asentamientos irregulares y urbanización de gran escala (Secretaría de Ecología, 1999).

La fuerte presencia de los habitantes aledaños en el área natural es fuente de incendios forestales con daños consecuentes a la flora y fauna silvestre, la utilización inadecuada de la vegetación forestal para uso doméstico y leña combustible, la perturbación y hasta la desaparición de la cubierta forestal hacen evidente la necesidad de implantar un proceso de reordenamiento de actividades humanas y de manejo de los recursos naturales que aún existen en esta zona (Cedillo *et al.*, 2007). Esta zona a pesar de estar siendo afectada por estas actividades, todavía cuenta con una gran diversidad de especies de plantas y animales que merecen ser conservadas; gran parte de esta biodiversidad es endémica y actualmente bajo protección y en peligro de extinción.

El proceso de urbanización es el conflicto más eminente al que se enfrenta la fauna nativa que habita en el parque. El crecimiento de la mancha de asfalto reduce los espacios libres para la fauna y flora silvestre (Secretaría de Ecología, 1999). La fauna aun es diversa en el área por lo que aún es tiempo de tratar de recuperar y mantener el hábitat natural para la sobrevivencia de la fauna silvestre.

En la Sierra de Guadalupe, las mayores superficies están ocupadas por pastizales inducidos, matorrales y áreas con bosquetes plantados, teniendo menos cobertura los bosques naturales de encino y las nopaleras, fenómeno indicador de que las formaciones de vegetación primaria se han reducido sensiblemente dando lugar a asociaciones vegetales derivadas de las perturbaciones y la introducción de especies exóticas, mediante plantaciones forestales con fines de restauración y conservación (Cedillo *et al.*,

2007); el eucalipto es una de las especies que fue utilizada para este fin, se encuentra cubriendo grandes extensiones del Parque y fue usada debido a su velocidad de crecimiento; a su vez tiene la característica de empobrecer los suelos y no permitir que otras plantas crezcan alrededor lo cual trajo más problemas ambientales, es por esta razón la importancia de que las reforestaciones sean realizadas con especies nativas.

Los cultivos, el pastoreo excesivo y la ganadería han influido en el cambio de la Sierra, ya que han exterminado plantas y no se permite el crecimiento de otras provocando una pérdida de la cobertura vegetal y la posterior compactación y erosión del suelo.

La construcción de caminos y brechas ha fragmentado el área afectando la dinámica natural de las especies pero a su vez ha permitido que se pueda acceder a la zona de manera fácil por lo que el uso del parque para actividades de recreación ha aumentado mejorando la calidad de vida de los visitantes.

Se considera que una de las funciones principales del Parque Estatal Sierra de Guadalupe es la de fungir como área verde para la recreación, el deporte, la cultura y el esparcimiento debido a su extensión, ubicación, así como a su potencial visual y paisajístico (Secretaría de Ecología, 1999), pero derivado de lo anterior se generan grandes cantidades de residuos, esto hace pensar que no deberían permitirse ya que muchos visitantes al no encontrar donde depositar sus residuos lo hacen libremente en el parque provocando más afectaciones al ambiente; todo lo anterior muestra que la mayoría de las acciones realizadas por el hombre son benéficas para ellos pero afectan al ambiente y a las especies silvestres que lo habitan.

A pesar de la fuerte problemática que presenta el Parque, se pretende que pueda llegar a ser un pulmón ecológico que aminore la contaminación ambiental para la Zona Metropolitana del Valle de México, así como un importante centro recreativo y generador de formación de cultura ambiental. Lograr este objetivo solo será posible mediante la concientización y el esfuerzo conjunto del Gobierno del Estado, gobiernos municipales, los propietarios de los terreros dentro del parque y la sociedad en general (Secretaría de Ecología, 1999).

## CONCLUSIONES

El estudio realizado muestra que existen severos problemas de deterioro ambiental, las principales actividades que lo provocan son el establecimiento de Asentamientos Humanos, los Incendios, la Generación de Residuos, la introducción de Especies Exóticas y la Tala Inmoderada.

Existen dos actividades que provocan impactos positivos; la Reforestación ha permitido que esta área natural se restablezca de los daños causados y la Recreación ha mejorado la calidad de vida de muchos visitantes y ha ayudado a que estos muestren más respeto y aprecio hacia la Naturaleza; esto refleja lo importante que son y lo importante que es que se sigan llevando a cabo.

Los elementos ambientales más afectados son el suelo por sus cambios de uso, la flora y la fauna por las distintas actividades humanas que provocan su disminución y desplazamiento.

El área natural se encuentra más o menos conservada por lo que aún se puede observar una gran diversidad de aves, reptiles y mamíferos, algunas especies bajo protección especial; además cuenta con una gran diversidad de árboles, arbustos y herbáceas.

Se puede decir que la zona se encuentra en un estado de alteración medio y a pesar de que existen actividades que generan impactos positivos, estas no son suficientes para compensar los daños causados, por lo tanto deben proponerse medidas de mitigación que ayuden a atenuar las actividades causantes de alteración ambiental.

Los problemas de deterioro ambiental que presenta esta zona pueden reducirse o solucionarse con la aplicación de medidas de mitigación, de la Legislación Vigente y con la participación de la sociedad.

## PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal para evitar el establecimiento de asentamientos humanos en lugares no adecuados.
- Llevar a cabo campañas de Reforestación de la zona utilizando exclusivamente especies nativas, además de tomar en cuenta el espacio que debe existir entre dichas especies para que puedan crecer adecuadamente.
- Otorgar licencias y permisos de aprovechamiento de los recursos naturales, para que exista un control de la cantidad que se está extrayendo y así evitar la disminución poblacional de las especies.
- Platicas informativas en las escuelas sobre los beneficios de conservar los recursos naturales.
- Actualizar el inventario de flora y fauna silvestres para tener un mayor conocimiento sobre lo que aún existe en el parque para una posterior repoblación con especies nativas.
- Promover proyectos de cría de especies para su comercialización legal.
- Desarrollar áreas de pastoreo permanente en la zona para evitar el pastoreo extensivo, introduciendo pastos que tengan rápido crecimiento.
- Capacitar a los visitantes sobre la manera correcta de realizar una fogata y como apagarla para evitar un incendio.
- Crear comités de vigilancia forestal para evitar que los incendios lleguen a expandirse.
- Promover brigadas de apoyo en caso de siniestro
- Colocar contenedores de basura en los caminos y brechas del parque para evitar que los visitantes en su recorrido tiren sus desperdicios en el suelo.
- Crear conciencia en los visitantes para que en caso de no encontrar un lugar adecuado para depositar la basura que generen, se la lleven a su casa.
- Proponer el uso de fertilizantes orgánicos para evitar la contaminación del suelo.
- Establecer zonas de cultivo pertinentes para los pobladores por medio de un ordenamiento ecológico.
- Utilización de técnicas de biorremediación para retornar el medio ambiente alterado a su condición natural.

## REFERENCIAS

- ✓ Aranda M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología A.C. México.
- ✓ Alsop F. J. 2001. *Birds of North America*. Claves Ilustradas. D.K. Publishing. Inc. Nueva York. Pp. 751.
- ✓ Campos R. A. 2007. *Diagnóstico ambiental en las Inmediaciones de la Col. Ampliación San Marcos, en la Sierra de Guadalupe*. Tesis para obtener el Título de Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM.
- ✓ Conant R. & Collins J. T. 1979. *Reptiles and Amphibians Eastern and Central North America*. Claves ilustradas para su identificación. 3ª Edición Limusa. Boston, Nueva York. Pp. 616.
- ✓ Carretero M. E. 1992. *Recursos Naturales, Biodiversidad, Conservación y uso Sustentable*. *MULTEQUINA* 1: 11-18.
- ✓ Cedillo A. O. A.; M. A. Rivas S. y F. N. Rodríguez C. 2007. *El Área Natural Protegida sujeta a conservación ecológica "Sierra de Guadalupe"*. *Revista Sistemas Ambientales*, Vol. 1, No. 1, p. 1-14.
- ✓ Código para la Biodiversidad del Estado de México.
- ✓ Conesa F.V. 2009. *Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental*. 4ª Edición. Grupo Mundi-Prensa. Madrid, España. Pág. 345.
- ✓ Contreras R. Y de J. 1999. *Estudio preliminar de la avifauna del Parque Natural Sierra de Guadalupe, Edo. de México*. Tesis para obtener el Título de Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.
- ✓ Correa H. G. 2002. *Estudio de impacto ambiental en la Subcuenca Llanetes del Parque Estatal Sierra de Guadalupe ubicada en el municipio de Coacalco, México*. Tesis para obtener el Título de Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Pp. 103.
- ✓ Garraïn D., Franco V., Muñoz C., Vidal R. 2009. *El marco DPSIR en los sectores de transporte y agricultura: necesidad del desarrollo de indicadores de impacto en las categorías de ruido y uso de suelo*. Grupo de Ingeniería del Diseño, Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I de Castellón (España).
- ✓ Dirzo R. 1990. *La Biodiversidad como crisis ecológica actual ¿Qué sabemos?* CIENCIAS, Especial 4 Pp. 55



- ✓ Ley de Parques Estatales y Municipales.
- ✓ Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México.
- ✓ López B. F: 1998. *Diagnóstico Ambiental del Municipio de Ecatepec*. Tesis para título de Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. Pp. 43.
- ✓ Lugo. H. J. y Salinas, M. A. 1996. *Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la Ciudad de México) y su relación con peligros naturales*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, volumen 13, número 2, p. 240-251.
- ✓ Méndez F. R.; J. L. Camarillo R.; C. M. Villagrán S. y R. Aguilar C. 1992. *Observaciones sobre el status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México)*. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Serv. Zool.* 63(2).249-256.
- ✓ NOM-015-SEMARNAT-SAGARPA-2007 Regula el uso de fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y combate de los incendios forestales.
- ✓ NOM-020-SEMARNAT-2001 Establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo.
- ✓ NOM-041-SEMARNAT-1999 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- ✓ NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de Especies en riesgo.
- ✓ NOM-060-SEMARNAT-1994 Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.
- ✓ NOM-061-SEMARNAT-1994 Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.
- ✓ NOM-062-SEMARNAT-1994 Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.

- ✓ NOM-083-SEMARNAT-2003 Establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- ✓ NOM-152-SEMARNAT-2006 Establece los lineamientos, criterios, y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.
- ✓ Peterson R. T. & Chalif E L. 1973. *Mexican Birds*. México, Guatemala, Belice, El Salvador. Houghton Mifflin Company. Boston, Nueva York. Pp. 298.
- ✓ Quadri. 1997. *Teoría y Práctica en política Ambiental y uso de Instrumentos Económicos*. Gaceta del Instituto Nacional de Ecología. México. 5-10 pp.
- ✓ Ramos S. A. N. 2004. *Metodologías Matriciales de Evaluación Ambiental para países en desarrollo: Matriz de Leopold y método MEL-ENEL*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Guatemala. Pág. 28-30.
- ✓ Reglamento de la Ley de Parques Estatales y Municipales.
- ✓ Rzedowski, J. y G. C de Rzedowski, 1979. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Ed. LIMUSA, México, D. F.
- ✓ Secretaria de Ecología. 1999. Programa de manejo del Parque Estatal “Sierra de Guadalupe”. Gaceta del Gobierno. Tomo CLXVII. N° 26. Pág. 4-15.
- ✓ Vela C. G. y Flores R. D. 2004. *Morfogénesis de suelos con capas endurecidas de la Sierra de Guadalupe*. México TERRA Latinoamericana, Vol. 22, Núm. 3, pág. 255-265.
- ✓ Vela C. G. 2006. *Estudio edafológico de la zona sur de la Sierra de Guadalupe, Distrito Federal-Estado de México*. Tesis para obtener el grado académico de Doctor en Ciencias. Facultad de ciencias. UNAM.
- ✓ Vidal S. E. & Franco L. J. 2009. *Impacto Ambiental: Una Herramienta para el desarrollo Sustentable*. AGT Editor. México. Pág. 163-179.
- ✓ Villavicencio A. A. 2007. *Evaluación de Funciones y Servicios Ambientales. Parque Estatal Sierra de Guadalupe-Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Programa de Doctorado. Universidad de Granada, España.

Recursos Electrónicos

[www.sierradeguadalupe.org](http://www.sierradeguadalupe.org) Consultada en marzo de 2013

## ANEXO 1

### ENCUESTA A VISITANTES

1.-Sexo M\_\_\_ F\_\_\_

Fecha:\_\_\_\_\_

2.- Edad\_\_\_\_\_

3.- Lugar de procedencia:

4.- Frecuencia con la que visita El Parque Estatal Sierra de Guadalupe:

5.- ¿Qué actividades realiza en el lugar?

6.- ¿Cree usted que las actividades recreativas que aquí se realizan deterioran el ambiente? Si\_\_\_ No\_\_\_ Porque

8.- Cuando visita el lugar ¿dónde deposita la basura?:

9.- ¿Considera que es importante la conservación y protección del lugar? Si \_\_\_ No\_\_\_\_\_ Porque

10.- ¿Que animales ha observado en el lugar?

11.- Durante su visita ¿obtiene algunos de los siguientes recursos naturales del lugar?

#### Plantas

- Musgos\_\_\_\_\_
- Helechos\_\_\_\_\_
- Leña\_\_\_\_\_
- Tierra\_\_\_\_\_

#### Animales

- Conejos\_\_\_\_\_
- Ratones\_\_\_\_\_
- Aves \_\_\_\_\_
- Reptiles\_\_\_\_\_
- Otros\_\_\_\_\_

12.- ¿Que actividades considera que afectan o perturban la zona?

- Construcción de casas sin autoridad Si\_\_\_ No\_\_\_
- Tirar clandestinamente la basura Si\_\_\_ No\_\_\_
- Falta de servicios Si\_\_\_ No\_\_\_
- Programas de reforestación por parte de la autoridad Si\_\_\_ No\_\_\_
- Extracción de flora y fauna exótica Si\_\_\_ No\_\_\_
- Otros\_\_\_\_\_

## ENCUESTA A POBLADORES

1.- Sexo M\_\_\_\_ F\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

2.- Edad: \_\_\_\_\_

3 ¿A qué se dedica?

4.- ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en la comunidad? \_\_\_\_\_

5.- ¿Cómo obtuvo la casa donde vive? \_\_\_\_\_

6.- ¿Su domicilio cuenta con los siguientes servicios?:

- Toma de agua potable Si\_\_\_ No\_\_\_
- Drenaje Si\_\_\_ No\_\_\_
- Fosa séptica Si\_\_\_ No\_\_\_
- Servicio de recolección de basura Si\_\_\_ No\_\_\_

7.- ¿Su nivel de ingreso es? Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_

8.- Sino cuenta con este servicio ¿qué hace con la basura que genera? \_\_\_\_\_

9.- ¿Cultiva algo en esta zona? Qué? \_\_\_\_\_

10.- ¿Cría animales? Cuáles? \_\_\_\_\_

11.- ¿Considera que la zona ha cambiado? \_\_\_\_\_

12.- ¿Que animales aún puede observar en el lugar? \_\_\_\_\_

13.- ¿Considera que es importante la conservación y protección del lugar?: Si\_\_\_  
NO\_\_\_

14.- ¿Que actividades considera que afectan o perturban la zona?

- Construcción de casas sin autoridad Si\_\_\_ No\_\_\_
- Tirar clandestinamente a basura Si\_\_\_ No\_\_\_
- Falta de servicios Si\_\_\_ No\_\_\_
- Programas de reforestación por parte de la autoridad Si\_\_\_ No\_\_\_
- Extracción de flora y fauna exótica Si\_\_\_ No\_\_\_
- Otros \_\_\_\_\_

15.- ¿Extrae alguno de los siguientes recursos naturales del parque?

Plantas

- Musgos \_\_\_\_\_
- Helechos \_\_\_\_\_
- Leña \_\_\_\_\_
- Tierra \_\_\_\_\_
- Plantas medicinales \_\_\_\_\_

Animales

- Aves \_\_\_\_\_
- Reptiles \_\_\_\_\_
- Conejos \_\_\_\_\_
- Ratones \_\_\_\_\_
- Otros \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

### Imágenes Históricas

Las siguientes imágenes fueron tomadas de la Plataforma de Google Earth de los años 2004 y 2013, son de distintas porciones del Parque Estatal Sierra de Guadalupe perteneciente al Municipio de Tultitlan, Estado de México.



**Figura 25. Área de Estudio, Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Tultitlan, Estado de México**





**Figura 26. Sierra de Guadalupe, Google Earth 2004**



**Figura 27. Sierra de Guadalupe, Google Earth 2013**





**Figura 28. Sierra de Guadalupe, Google Earth 2004**



**Figura 29. Sierra de Guadalupe, Google Earth 2013**





**Figura 30. Sierra de Guadalupe, Google Earth 2004**



**Figura 31. Sierra de Guadalupe, Google Earth 2013**

Las imágenes muestran los cambios sufridos en esta área natural en un rango de 14 años. La línea roja señala el área boscosa actual del parque por lo que en las imágenes del año 2004 se observa una disminución de la superficie del parque.