



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**“DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA SIERRA DE GUADALUPE  
EN LAS INMEDIACIONES DE PARQUE RESIDENCIAL  
COACALCO, ESTADO DE MÉXICO”**

**TESIS**

Que para obtener el título de

**BIÓLOGA**

Presenta:

**BEATRIZ REYES REYES**

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

Laboratorio de Ecología.



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México. 2013.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**A mis queridos padres, Beatriz y Alfredo**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Dedico este logro a mis padres, **BEATRIZ Y ALFREDO**, al mismo tiempo que les agradezco principalmente a ellos antes que a nadie, por todo su apoyo, confianza, amor y paciencia que me han dado toda la vida, ya que sin ellos no sería quien soy ni hubiera llegado hasta donde estoy, los amo.*

*También agradezco a mis hermanas Avelin y Wendalí y a mi carnalito Alfredo solo por ser quienes son y regalarme momentos tan divertidos.*

*Otro agradecimiento muy especial lleno del inmenso cariño que le tengo, es para **Erik** porque desde que se arriesgó a transitar la vida conmigo jamás me ha fallado ni dejado sola pese a los malos momentos que le he hecho sufrir; por el contrario solo ha emanado de él, amor, lealtad, sinceridad, incondicionalidad, apoyo, conocimiento, entre otras tantas virtudes respetables, gracias Eri, también porque sin ti los muestreos no hubieran sido tan amenos, te quiero.*

*Agradezco inmensamente a mi asesor, el M. en C. **Jonathan Franco López** por todo el apoyo que me dio para poder acabar lo que pareciera ser interminable, "La tesis", también le agradezco por su paciencia, su amabilidad y su conocimiento brindado.*

*No puede faltar el agradecimiento a los académicos que me apoyaron en alguna parte del camino para concluir mi trabajo, agradezco a la Biol. Mónica Chico A., al Biol. Marcial García Pineda, a los profesores de edafología Daniel Muñoz I. y Mayra Hernández M., al Dr. Panchito (Francisco López G.) y a mis sinodales por sus observaciones para mejorar este trabajo: M. en C. Ana Lilia Muñoz V., M. en C. Tizoc Adrián Altamirano A., Biol. Ezequiel Vidal de los Santos y al Biol. Carlos Manuel Bedia S.*

*Finalmente quiero darle las gracias a todos los que de alguna forma también me ayudaron y me echaron porras: A mi queridísimo amigo **Eddu** por su apoyo moral y cariño incondicional, a Lalo Loya por obsequiarme la guía de aves (gracias lalito), a Héctor (Stentor) por ayudarme con la actualización los nombres científicos de las aves, a Abdías por prestarme su literatura de vegetación, a Kike por acompañarme en alguno que otro muestreo, a Marbellus por su apoyo y alegría. Gracias también a quienes fueron mis amigos y compañeros no solo de trabajos sino también de juergas: Rebe, Fabs, Naye, Fabián, David, Rasta, Abraham, E. Dávalos, Carlos (el compañero), etc. En general a todos mis compañeros que finalmente conformaron el grupo 53 pues junto a ellos viví muy buenos momentos a lo largo de esta hermosa carrera.*

*La diferencia entre un biólogo y alguien que ama la naturaleza  
es que el biólogo sabe porque la ama,  
pues conoce todos los procesos por los cuales,  
las exuberantes formas de vida que nos asombran y  
los maravillosos paisajes que nos enajenan,  
tuvieron que pasar antes para llegar a ser lo que son ahora.*

**Beatriz Reyes Reyes**

# ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ANTECEDENTES.....	5
3. OBJETIVOS.....	8
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
4.1 ASPECTOS NATURALES.....	10
4.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	16
5. METODOLOGÍA.....	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
6.1 VEGETACIÓN.....	25
6.1. 1.TIPOS DE VEGETACIÓN.....	26
6.2. FAUNA.....	30
6.2.1. HERPETOFAUNA.....	30
6.2.2. AVES.....	31
6.2.3. MAMÍFEROS.....	33
6.3. SUELO.....	35
6.3.1. SUELO DEL BOSQUE.....	36
6.3.2. SUELO DEL MATORRAL.....	38
6.4. ENCUESTAS.....	40
7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	43
7.1. MATRIZ DE IMPACTOS TIPO LEOPOLD.....	43
7.2. MATRIZ DE MAC HARG.....	65
7.3. REDES DE SORENSEN.....	73
8. MODELO DPSIR.....	79
9. CONCLUSIONES.....	83
10. RECOMENDACIONES.....	84
11. BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXO 1. CARTOGRAFÍA.....	93
ANEXO 2. TABLAS.....	97
ANEXO 3. ENCUESTAS.....	103

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Población del Municipio de Coacalco de Berriozábal.....	16
Cuadro 2. Crecimiento poblacional del Municipio de Coacalco en 20 años....	16
Cuadro 3. Población que vive dentro del área de estudio.....	17
Cuadro 4. Superficie de cada tipo de uso suelo en Coacalco.....	18

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje del Uso actual del suelo en Coacalco.....	19
Gráfica 2. Porcentaje de las familias Vegetales mejor representadas en el área de estudio.....	25
Gráfica 3. Porcentaje de los tipos de Vegetación y uso de suelo presentes en el área de estudio.....	26
Gráfica 4. Porcentaje de especies en cada Orden de la Avifauna del PESG..	32
Gráfico 5. Conjunto de graficas respecto a las respuestas de los visitantes del PESG ante la encuesta realizada.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies vegetales identificadas en el PESG.....	98
Tabla 2. Listado de Reptiles y Anfibios de la Sierra de Guadalupe.....	101
Tabla 3. Listado de especies de Aves registradas en el área de Estudio.....	102
Tabla 4. Listado de la Mastofauna presente en la Sierra de Guadalupe.....	33
Tabla 5. Propiedades físicas de los dos tipos de suelo en el área de estudio	37
Tabla 6. Estructura del suelo del Bosque y del Matorral.....	37
Tabla 7. Propiedades químicas de ambos tipos de vegetación en el área de estudio.....	38



## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización del Área de estudio.....	9
Imágenes 2-4. Asociación Huizache-Mezquite; Asociación Nopalera-Izotal y Matorral abierto, respectivamente.....	27
Imagen 5. Bosque de Eucalipto.....	28
Imagen 6. Bosque de Encino.....	29
Imagen 7. Parte del pastizal inducido mezclado con el Bosque inducido.....	30
Imágenes 8 y 9. Suelo del Bosque.....	36
Imágenes 10 y 11. Suelo del Matorral.....	36
Imágenes 12 y 13. Establecimientos irregulares que conforman la localidad “La Aurora”.....	48
Imagen 14. Árboles usados como poste de luz.....	48
Imagen 15. Deterioro del paisaje por la presencia de residuos sólidos.....	49
Imagen 16. Sendero muy ensanchado que ha perdido la cubierta vegetal.....	50
Imagen 17. Gato feral establecido dentro del parque.....	51
Imagen 18. Jauría de perros domésticos.....	51
Imagen 19. Conchuela del Eucalipto ( <i>Glycapsis brimblecombei</i> ).....	52
Imagen 20. Galerías formadas por larvas de <i>Phloesinus baumannii</i> .....	52
Imagen 21. Orificios de salida de los descortezadores adultos.....	53
Imagen 22. Árbol resinando como defensa hacia el ataque.....	53
Imagen 23. Muerte de Cupressus por el ataque de <i>Phloesinus baumannii</i> ....	53
Imagen 24 y 25. Pastizal Inducido.....	54
Imagen 26-29. Los diferentes tipos de ganado presentes en el área de estudio .....	55
Imagen 30. Degradación del suelo por la compactación y erosión.....	55
Imagen 31. Cartuchos disparados que se encontraron en el PESG.....	57
Imagen 32 y 33. Ciclismo y Ejercicio, parte de las actividades recreativas.....	58
Imagen 34 y 35. Daños a la vegetación y a la infraestructura del parque a causa del vandalismo.....	59
Imagen 36 y 37. Extracción de troncos y leña por partes de los visitantes del PESG.....	60
Imagen 38-41. Vegetación de Bosque de Eucalipto; B. de Encino; B. de Pino	

y Pastizales, respectivamente, quemados por el incendio de Abril, 2013.....	62
Imagen 41. Área para la exposición fotográfica y educación ambiental.....	63
Imagen 42-45. Área de exhibición de la fauna.....	64
Imagen 46 y 47. Vivero del CEEASG.....	65

## RESUMEN

La Sierra de Guadalupe 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, ya que interrumpe áreas con usos urbanos, industriales, explotación de minerales y áreas deforestadas; por sus características morfológicas, geológicas y ecológicas la Sierra se convierte en una de las más importantes reservas bióticas del Valle de México. Por esto mismo resulta de gran importancia su conservación, para lo cual es necesario contar con un diagnóstico ambiental que nos permita detectar la problemática del lugar, mediante la utilización de indicadores ambientales. Para esto existe un modelo eficaz conocido como DPSIR que se fundamenta en una evolución secuencial en la que características naturales, el desarrollo social y el económico, originan Presiones en el medio, dando lugar a una serie de cambios en el Estado del medio ambiente. En consecuencia a estos cambios surgen Impactos sobre la salud, la disponibilidad de recursos, los ecosistemas naturales, etc. por lo cual se producen una serie de Respuestas por parte de los agentes sociales y los poderes públicos destinadas a mejorar la gestión económica y social, a eliminar o reducir esas presiones, a restaurar y recuperar el estado del medio y las alteraciones derivadas de los impactos.

Para identificar las acciones que generan presiones e impactos en el ambiente se utilizaron las matrices: tipo Leopold y de Mac Harg así como las redes de Sorensen cuyos resultados se integraron en el modelo DPSIR para proponer acciones que atenúen, contrarresten o frenen dichos impactos. Como resultado se obtuvieron que las actividades que generan más impactos negativos significativos son: los incendios, la ganadería y el senderismo seguidos por la fauna nociva, los asentamientos irregulares, la extracción de flora y fauna y el vandalismo, que propician impactos sobre el suelo, modificación del hábitat de la fauna, eliminación de la vegetación, etc. Por el contrario las actividades más significativas que generan impactos positivos son: la reforestación, la educación ambiental seguidas por el control de incendios y la protección de la flora y fauna que propician, el cuidado y preservación de la biodiversidad tanto de flora y fauna presentes en la sierra así como el manejo adecuado de los recursos naturales. Por otra parte las fuerzas motrices que generan grandes presiones sobre los recursos, la sociedad y el medio son: el crecimiento poblacional alrededor de la sierra, la ganadería que se practica dentro de sus límites y el valor natural que posee la Sierra por si sola.

En respuesta a dichos impactos se construyeron varias propuestas para el ámbito ganadero, agrícola, para la reforestación y manejo forestal, para la administración y manejo del parque estatal Sierra de Guadalupe y para el combate contra la degradación y erosión del suelo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El caótico y acelerado crecimiento de la Ciudad de México y área Metropolitana ha provocado un cambio considerable en las características físicas y ambientales de la Cuenca del Valle de México. Una de las zonas más afectadas es la Sierra de Guadalupe, declarada como Parque Estatal en 1976, se localiza dentro de la Cuenca del Valle de México (Plata, 1990).

Actualmente se encuentra rodeada en su totalidad por áreas urbanas, industriales y agrícolas. Los principales factores que han contribuido a la degradación del Valle de México son el rápido cambio en el uso del suelo, la contaminación o desecación total de los cuerpos de agua, la falta de programas de recuperación y conservación de los recursos naturales y la extracción indebida de las especies de flora y fauna.

El Parque Estatal Sierra de Guadalupe (PESG) posee algunas asociaciones vegetales: bosque de encino, matorral xerófilo y pastizal; aunado a que es el parque Natural más grande del Área Metropolitana, que lo convierte en un reservorio de especies representativas de flora y fauna silvestre de la cuenca. Así mismo es importante zona de recarga de acuíferos, por lo que resulta importante la conservación de las masas boscosas.

Su origen es volcánico y los suelos que se han desarrollado sobre estas rocas son someros, debido también a la fuerte topografía que domina en la zona. Su vegetación natural estaba compuesta originalmente por bosque de encino, quedando aún algunos restos. El disturbio por actividades humanas se manifiesta en impactos de diversa envergadura, de los cuales el más grave es el que causan las invasiones ilegales y la creación de asentamientos irregulares. Otras actividades que influyen negativamente en la conservación de la cubierta vegetal y las condiciones ecológicas de la sierra son la explotación de canteras, el depósito de desechos sólidos, el pastoreo, los incendios, que frecuentemente tienen causas intencionales, el uso agrícola del suelo en pendientes no aptas para estas actividades, entre otras (GEM, 1999).

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, ya que interrumpe áreas con usos urbanos, industriales, explotación de minerales y áreas deforestadas, cuyos terrenos se encuentran, en parte de la Delegación Gustavo A. Madero en el Distrito Federal y en los Municipios de Ecatepec, Coacalco, Tultitlán y Tlalnepantla, del Estado de México, la cual por sus características morfológicas, geológicas y ecológicas la convierten en una de las más importantes reservas bióticas del Valle de México. La Sierra presenta áreas alteradas por la presencia de 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.*, 2010).

Para conservar este tipo de áreas naturales que nos brindan amplios servicios benéficos es necesario detectar las fuerzas motrices que provocan las presiones sobre sus recursos naturales y el medio ambiente e implementar medidas que contengan, reviertan o atenúen los impactos provocados por dichas presiones.

En este sentido, los diagnósticos ambientales son una apreciable herramienta de investigación y análisis, ya que constituyen la base para la toma de decisiones y para valorar la naturaleza de los problemas actuales o posibles de presentarse. Así mismo el diagnóstico ambiental es un instrumento de evaluación que se encarga de detectar la problemática de algún lugar, mediante la utilización de indicadores ambientales (Quiroz, 2002).

Un diagnóstico ambiental debe proporcionarnos el estado actual en el que se encuentra el territorio de estudio y para esto se ha apoyado en un modelo eficaz que incluye tres dominios de trabajo: el medio ambiente, la economía y la sociedad. Dicho modelo es el llamado FPEIR o DPSIR por sus siglas en inglés, fue propuesto en 1999 por la Agencia Europea de Medio Ambiente, el significado de estas siglas es el siguiente:

**F** (Fuerzas motrices, Driving forces), son principalmente aquellas características naturales, sociodemográficas y económicas (Dávila, 2007) que producen cambios en el medio ambiente, los cuales pueden influir de manera negativa o positiva sobre el ecosistema.

**P** (Presiones, Pressures), factores naturales o antropogénicos que influyen directamente el estado del medio ambiente, las presiones cambian la calidad de vida y la cantidad de los recursos naturales.

**E** (Estado actual, State), situación actual en el que se encuentra el medio ambiente.

**I** (Impactos, Impacts), efectos positivos o negativos de los cambios ejercidos sobre el medio ambiente.

**R** (Respuesta, Responses), describen y cuantifican los esfuerzos en cuestión de medidas y políticas adoptadas para reducir las presiones y los impactos producidos en el medio.

Este modelo ayuda a analizar las interacciones entre las presiones ambientales, el estado y la respuesta ambiental basándose en el concepto de causalidad (Onaindia *et al.*, 2006), es decir que el modelo, “nos proporciona una visión integrada de los problemas en relación con las causas que las producen, incluyendo en el modelo las respuestas surgidas desde las administraciones públicas, los sectores económicos y la sociedad civil” (Resumen del Estado del Medio Ambiente en la CAPV, 2004). Este concepto parte de que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio, el cual registra cambios de estado. En base a ello, la sociedad responde para mantener o mejorar la calidad de los recursos naturales. (Aguado *et al.*, 2008).

## 2. ANTECEDENTES

La preocupación por conservar la naturaleza y los recursos naturales comenzó en México en la época precolombina. Las primeras áreas de protección fueron establecidas por los emperadores Nezahualcóyotl y Moctezuma II. La época colonial, en cambio, se caracteriza por una explotación indiscriminada de los recursos y el consecuente deterioro ambiental.

El 31 de mayo de 1923 por decreto presidencial, se declaran como zona protectora forestal los terrenos municipales de la Sierra de Guadalupe, pertenecientes al H. Ayuntamiento de Guadalupe Hidalgo, el cual los cedió al Gobierno Federal. Aunque en dicho decreto no se establecieron límites ni superficies, sus principales propósitos establecidos fueron: la restauración y reforestación de la Sierra de Guadalupe; el mejoramiento de la salud pública; la regularización del clima; la reducción del azolve del vaso del Lago de Texcoco; la conservación del suelo en las montañas; evitar la disgregación de feldespatos que producen polvaredas en perjuicio de las personas. Por sus características de suelo y clima, se determina que será zona forestal.

El 6 de agosto de 1976, por decreto del ejecutivo publicado el 10 de agosto del mismo año, se crea el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, comprendiendo los municipios de Ecatepec, Coacalco, Tlalnepantla y Tultitlán. Se estableció como su límite el polígono delimitado por la cota 2 350 m., con una superficie total original de 6 322.5 ha que pertenecen a terrenos ejidales, comunales y de pequeña propiedad. Se declaró que las causas de utilidad pública que condujeron a esta medida fueron: la reforestación; la recreación; el mejoramiento del ambiente; el control de escurrimientos pluviales; la prevención de inundaciones; la prevención de asentamientos humanos en zonas inadecuadas, señalando la prohibición de construcción de nuevos asentamientos humanos que impidan el efectivo funcionamiento del parque.

En 1995 FySP S.A. de C.V. realizó y estableció el último límite del Parque Estatal Sierra de

Guadalupe con un total de 5 306.75 has. Dicho trabajo se hizo para la Institución que en aquel entonces estaba a cargo de la jurisdicción del parque; CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna).

El 12 de abril de 1996 se crea la “Coordinación General de Conservación Ecológica” como órgano administrativo desconcentrado del poder ejecutivo, adscrito sectorialmente a la Secretaría de Ecología del Estado de México. Mediante un convenio de transferencia administrativa la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna; otorga a la Coordinación el poder para la administración y representación jurídica del Parque Estatal Sierra de Guadalupe (Programa de manejo del parque estatal Sierra de Guadalupe, PMPESG).

La Secretaría de Ecología entre los años 2005-2011 realizó el diagnóstico ambiental de los municipios y regiones del Estado de México, como una herramienta de planeación que permitiera identificar los principales agentes que deterioran los recursos naturales, la cantidad y calidad que éstos guardan, y las acciones realizadas para la atención de la problemática ambiental. Dentro de esta gran labor destaca el diagnóstico ambiental de la región La Región IV, Cuautitlán Izcalli, que incluye al municipio de Coacalco de Berriozábal, en dicho estudio se presentaron datos socioeconómicos y de variables ambientales de los municipios que integran la región, a través de Indicadores Ambientales de Desempeño, aplicando el esquema de análisis “Presión-Estado-Respuesta”.

Correa, (2002) realizó un estudio de impacto ambiental en la subcuenca los Llanetes del parque estatal Sierra de Guadalupe para evaluar y detectar los impactos ambientales que son ocasionados por distintas actividades antropogénicas. Obtiene como resultado cinco actividades que impactan de alguna manera positiva o negativamente a esta subcuenca las cuales son: Actividades de uso del parque, actividades de manejo, construcción de vialidades, depósito de residuos sólidos e instalación de antena de televisión. Detectó 242 impactos ambientales subdivididos en 4 clases; impactos adversos significativos, impactos benéficos significativos, impactos adversos no significativos e impactos benéficos no



significativos. Finalmente concluye que para evitar los impactos altamente significativos al ambiente en la zona es necesaria la realización inmediata de un saneamiento y rehabilitación del área, así como la limitación de la construcción de antenas de transmisión ya que la capacidad de carga posiblemente se rebase con las construcciones actuales.

Otro diagnóstico ambiental fue realizado por Quiroz en 2002, lo elaboró en el municipio colindante a Coacalco, el cual corresponde a Tultitlán, Mex. Con el propósito de proponer acciones de restauración con base en la problemática que presente el municipio y así proteger el ambiente de la zona. Utilizó el método conocido como Presión-Estado-Respuesta, el cual responde a las siguientes preguntas: ¿Qué está afectando el ambiente?, ¿Cuál es el estado actual del mismo? y ¿Qué estamos haciendo para mitigar los problemas ambientales? Resultó que el sector que estaba ejerciendo mayor presión sobre el ambiente era el industrial, que deterioro el suelo, el agua y la atmosfera. El estado del ambiente en su momento fue de deterioro, la única zona relativamente conservada es la parte de la Sierra de Guadalupe; entre las especies más representativas se encontraron, el eucalipto (*Eucaliptus globulus*), encino (*Quercus frutex*); aves como el colibrí (*Hilocharis leucotis*), que es endémico; el *Junco hyemalis*, que está en peligro de extinción, mamíferos como el conejo (*Sylvilagus floridans*) y reptiles como la víbora de cascabel (*Crotalus sp.*).

Por otro lado Rocha en el 2010 elaboró un diagnóstico ambiental de comunidad ex–ejido de Tepeolulco en Tlalnepantla de Baz. Utilizando las matrices de Leopold y de Mac Harg pudo identificar las principales acciones generadores de impacto al ambiente e integrarlas en la Red de Sorensen para reconocer una serie de impactos mayores en una acción de proyección futura. Las actividades más significativas que perjudican el ambiente fueron: Los Incendios”, “Modificación del hábitat”, “Alteración a la cubierta del suelo”, “Caminos y brechas”, “Alteración de la hidrología”, “Asentamientos irregulares”, “Construcción en áreas verdes” y “La Agricultura”. Por último utilizó el Modelo PER para analizar las actividades humanas ya mencionadas y contribuir con propuestas que mitigaran el deterioro ambiental en la zona, aplicando el marco regulatorio vigente.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

- Actualizar el diagnóstico ambiental de la Sierra de Guadalupe, en las inmediaciones de parque residencial Coacalco, Edo. de México.

#### **3.2 Específicos**

- Realizar los inventarios de vegetación y fauna de la localidad.
- Obtener la caracterización físico-química del suelo del área de estudio.
- Identificar y evaluar las actividades que alteran los recursos naturales del área de estudio.
- Proponer medidas que atenúen o paren los impactos generados por dichas actividades.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### Ubicación

La zona de estudio se encuentra dentro de los límites de la Sierra de Guadalupe cuyas inmediaciones se localizan en la colonia llamada Parque Residencial Coacalco perteneciente al municipio de Coacalco de Berriozábal, cuenta con un perímetro de 9655.83 metros y abarca un total de 32 ha. La zona de estudio tiene sus límites hacia el Oeste en las coordenadas 19°36'33.67" latitud Norte y 99° 6'35.20" Longitud Oeste y hacia el Este las coordenadas de 19°36'22.52" Latitud Norte y 99° 5'20.89" Longitud Oeste (Imagen 1. y Mapa 1, ver anexo cartográfico).

La Sierra de Guadalupe está aproximadamente en el centro de la Cuenca del Valle de México. Su contorno se asemeja a una herradura abierta hacia el SSW (Rzedowski, 2005). Se localiza al norte de la Ciudad de México, en los límites entre el Distrito Federal y el Estado de México. En el Estado de México abarca parte de los municipios de Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Tultitlán y Coacalco de Berriozábal. Tiene una extensión de 5,306.75 ha de las cuales se encuentran protegidas 2,000 ha.



Imagen 1. Croquis de localización del área de estudio.

## 4.1. Aspectos naturales

### Hidrología

La zona de estudio se encuentra dentro de la Región Hidrográfica 26, Rio Panuco, la cual está integrada por cuatro cuencas tributarias; Rio San Juan Querétaro, Rio Tula, Rio Tulancingo y Valle de México, donde se ubica el PESG. El municipio de Coacalco no presenta cuerpos de agua solo cuenta con pequeñas corrientes de agua de tipo intermitente que bajan de la Sierra de Guadalupe en tiempos de lluvias. El flujo pluvial que se genera en la Sierra en sentido sur- norte es conducido al canal de Cartagena, mismo que cruza el municipio en una extensión de 5.4 km, encontrándose en un 60% a cielo abierto y un 40% embovedado.

Existe una represa construida a finales de los años 80's, en una superficie de 2 has, en las faldas de la Sierra de Guadalupe con el propósito de captar los escurrimientos naturales de esta zona montañosa, sin embargo se encuentra en observación por presentar algunas fisuras en sus muros de contención.

En general, los acuíferos de la zona se encuentran bajo rocas andesitas y aluviones; por lo que se localizan pozos con profundidad promedio de 150 m.

### Clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García (1968), el clima en la zona es C(Wo)(w)(i'), templado subhúmedo con lluvias en verano; la precipitación media anual alcanza los 627 mm, siendo enero el mes más seco, con 30 mm y julio el mes más húmedo, la temperatura media anual es de 16.7°C, siendo enero el mes el más frío con 13.1°C y junio el más cálido con 18.8°C. Los vientos dominantes provienen del NW y NE, entre septiembre a 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 (Cedillo *et. al.*, 2007). Hay 3 factores importantes que condicionan el clima de la Sierra de Guadalupe: 1) la continentalidad, originada por la lejanía de las masas oceánicas y por el aislamiento que todo el altiplano tiene por las sierras que la limitan; 2) su latitud de 19°33' que corresponde a un clima tropical y 3) la altitud general, provoca un clima templado, pero la altura relativa no lo suficientemente significativa para

favorecer variaciones de precipitación o temperaturas importantes.

## **Temperatura**

La temperatura media anual oscila entre los 12 y 16°C, mientras que las temperaturas máximas promedio anuales fluctúan entre los 20 y 26°C, presentando mayor incidencia entre los meses de abril o mayo. Las temperaturas mínimas promedio anuales varían de 2 a 10°C, con una presencia marcada durante pleno invierno (enero-febrero).

La oscilación térmica entre los valores extremos promedios fluctúa alrededor de los 24°C mientras que para las temperaturas medias mensuales, tan solo es de 5.5°C en promedio anual, lo que se considera como poca oscilación. Las temperaturas máximas y mínimas absolutas registradas en la zona, varían de 32 a 37°C durante la temporada más cálida entre los meses de abril a mayo y de -1.0 a 11.5°C que se llegan a observar entre enero y febrero respectivamente.

La distribución de estos valores dentro de la Sierra de Guadalupe va de la cota de los 2,300 hasta los 2,750 msnm. Aproximadamente, mientras que por arriba de esta última altura, los valores promedios descienden gradualmente. Por lo tanto en las partes más altas de la Sierra, se considera que los valores extrapolados presentan los siguientes niveles: la temperatura media anual oscila entre los 8 y 12°C las temperaturas máximas promedio fluctúan entre los 16 y 20°C mientras que las mínimas promedio varían entre -2 y 6°C. La distribución temporal guarda el mismo comportamiento en las partes elevadas que en las partes bajas de la Sierra de Guadalupe.

## **Precipitación**

El origen de las lluvias que se precipitan en la Sierra de Guadalupe, es básicamente ciclónicas y se presentan principalmente durante el verano y en menor proporción se asocian con nortes durante el invierno. Las características propias de las lluvias en cuanto a su volumen precipitado, oscilan entre los 600 y 700 mm anuales. En cuanto a su distribución temporal es ligeramente inferior en la vertiente oriental de la Sierra (600 mm), mientras que en la porción poniente la isoyeta registra un valor de 700 mm. En cuanto a su distribución espacial, se observa que llueve más durante los meses de mayo a octubre, aunque el valor

máximo se presenta entre julio y agosto, presentándose la estación seca entre noviembre y abril.

## **Geología**

La Sierra de Guadalupe se formó esencialmente de dos tipos de actividad volcánica en el Oligoceno y el Mioceno. 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 fue por derrames de lava (procesos efusivos) escasos de corta extensión.

Los tipos de rocas que dominan en la zona son la dacita y andesita, estas últimas se caracterizan por tener un alto contenido de sílice, frecuentemente con feldespato. El estudio de Campa (1965) indica que las rocas que constituyen la sierra de Guadalupe son principalmente andesita, y en cantidades menores, riolita y dacita. Lozano (1968) considera que predominan las andesitas, lo que incluye brechas, pórfidos y vitrificados.

En la mayor parte de la superficie de la sierra de Guadalupe, predominan los derrames de lava, lo que se explica por la actividad dómica que le dio origen y por la erosión que ha removido los materiales menos resistentes, del tipo de los materiales piroclásticos.

Lugo (1996), en trabajo de campo observaron varios cortes naturales y artificiales, que permitieron reconocer 11 tipos distintos de material no consolidado, que consiste en los de origen lahárico, de derrame piroclástico, detritos de lava alterada, ceniza, arena, pómez, brecha, arena y ceniza, pómez con arena y ceniza, conglomerado y depósitos de ladera. Sus observaciones en campo permitieron reconocer que los derrames de lava (no diferenciados por su composición) representan, en general, la culminación de la actividad volcánica. En cambio, los materiales como pómez y ceniza y arena volcánica, corresponden a las etapas iniciales de las erupciones.

## **Edafología**

El INEGI (1987), reporta para la Sierra las siguientes asociaciones de suelos: Litosoles + Faeozem háplicos y Faeozem háplicos con una fase dúrica, presente en el núcleo de la sierra con dirección hacia el sur, la cual queda comprendida de la cota 2,300 a la 2,450

msnm.

Los Litosoles se caracterizan por ser suelos someros, muy pedregosos, con una profundidad menor de 10 cm y en muchos casos, son el resultado de la erosión antrópica. En la Sierra, es común encontrar esta unidad de suelos en las zonas altas y en las áreas cumbreles de las laderas de los domos volcánicos. Los Feozem háplicos, son suelos fértiles, con buena cantidad de materia orgánica, generalmente son de color oscuro y se encuentran rodeando a la sierra y son característicos del piedemonte de las laderas (Cedillo *et al.*, 2008).

Los dos tipos de suelos que predominan en la sierra según la FAO/UNESCO versión 1988 son de tipo Feozem háplico y Leptosol lítico, y en menor escala el Fluvisol éutrico. Estos tipos de suelos presentan un espesor menor de 40 cm de profundidad, con una pendiente mínima de 15% a más de 45%, con una pedregosidad de regular a abundante, y una erosión de ligera a severa.

## Flora

La flora presente en la Sierra de Guadalupe, de acuerdo al programa de manejo del PESG, corresponde a varias asociaciones vegetales de las cuales la mayoría también se encuentran en la zona de estudio, estas se describen a continuación:

### ➤ Pastizal

Los pastizales en la Sierra de Guadalupe se presentan sobre todo en los márgenes que colindan con el área urbana, sobre suelos del tipo Regosol, Feozem y Fluvisol, a veces se encuentran en afloramientos de roca. Se encuentran casi sobre cualquier pendiente pero en su mayoría se desarrollan en las bajas (menos de 25%) y medias (25-60%), aunque también se presentan zonas de pastizal con pendientes mayores al 60%. Algunas especies que conforman esta unidad vegetal son: el *Cynodon dactylon*, *Bouteloa bromoides*, *Muhlenbergia alamosae* y *M. elata*, *Chloris virgata*, *Triodia atenacea*, *Hordeum vulgare* y *Avena fatua* entre otras.

### ➤ Bosque de Encino

Representa parte de la vegetación nativa de la Sierra, se presenta generalmente en suelos pobres (Regosol y Litosol), sobre pendientes medias (25- 60%), pero principalmente fuertes (más de 60%). Las especies que forman este bosque son *Quercus rugosa* y *Q. deserticola* y

*Q. mexicana*.

➤ Bosque inducido

Esta unidad se ha desarrollado gracias a la mano del hombre y abarca grandes extensiones del parque, sobre todo en las partes bajas y medias de la porción occidental del parque. Este bosque se encuentra sobre suelos Feozem, Regosol y Fluvisol en pendientes bajas y medias, la especie dominante es el eucalipto pero existen otras especies con *Schinus molle*, *Casuarina equisetifolia* y varias especies de Pino y Cedro.

➤ Nopalera

Existen dos tipos de nopalera en la Sierra de Guadalupe. El primero se presenta principalmente en la parte occidental del parque sobre Regosol, en zonas de pendiente media (11-25%). Esta unidad se ha desarrollado por sucesión natural sobre áreas originalmente ocupadas por encinar.

El otro tipo de Nopalera se desarrolla principalmente sobre Feozem y pendientes medias y altas en la porción oriental del parque. Sobre todo en las partes altas del parque, las plantas de nopal se encuentran alineadas, lo que es evidencia de que esta unidad ha sido creada por el hombre.

Las especies presentes en esta unidad son *Opunia cholla*, *O. streptacantha* y *O. lasiacantha*.

➤ Matorral de *Quercus microphylla*

El matorral de *Q. microphylla* se presenta en la Sierra, sobre Regosol y Feozem, en pendientes principalmente medias, generalmente en las partes altas de la sierra, muy cerca de las cimas de los cerros. Solamente se encuentra en Exposiciones NE, N y NW, por lo que se puede concluir que esta comunidad vegetal prefiere estas condiciones de insolación y evita el asoleamiento directo de laderas S y W.

La conservación de estas zonas es deseable, pues se ubican en áreas propensas a la erosión y el efecto que tiene el encino arbustivo para retener el suelo es notable.

➤ Matorral inerme

La presencia de esta unidad se observa sobre Regosol y Feozem, sobre todo tipo de pendiente y exposiciones N, E, SE, SW Y NW. Los manchones más grandes de este matorral se concentran en la porción occidental del parque. Es notorio que la única exposición en la que prácticamente no se presenta es la sur. Las especies que conforman este matorral



proviene en su mayoría del sotobosque del encinar o son comunidades de claros de bosque, lo cual hace evidente la liga de estas áreas con los bosques de encino. Esta unidad representa la sucesión natural sobre áreas ocupadas originalmente por encino. El hecho de que esta comunidad no se presente en laderas sur indica su preferencia por un asoleamiento moderado, lo cual concuerda con el carácter del hábitat natural de las especies que la conforman.

➤ Matorral espinoso

Existen dos tipos fundamentales de matorral espinoso. Los primeros son aquéllos que se desarrollan principalmente sobre Regosol y Feozem en pendientes medias y altas, sobre las laderas cóncavas y rectas de la sierra. Éstos se ven caracterizados por diversas acacias espinosas y representan, al igual que el matorral inerme, una etapa de la sucesión natural sobre áreas que originalmente estaban ocupadas por bosque de encino, pero sobre laderas más secas, aquí podemos encontrar especies como *Acacia farnesiana* y *Acacia schaffneri*, *Prosopis juliflora* y *Mimosa biuncifera*.

El segundo tipo de matorral espinoso que se encuentra en la sierra está ligado a las laderas convexas en las cabeceras de los escurrimientos. En este caso la especie que domina es el palo dulce (*Eysenhardtia polystachia*).

➤ Bosque de galería

Se desarrollan principalmente sobre Fluvisol a lo largo de cañadas y valles, sobre todo en la parte baja de la sierra con pendientes medianas (25-60%) a suaves (menos de 25%). La vegetación de esta unidad no corresponde a las especies que originalmente estaban presentes en la zona. Actualmente domina el pirul y algunos sitios se encuentran reforestados con eucalipto, cedro y/o pino (PMPEG).

## Fauna

Respecto a la fauna de la Sierra de Guadalupe hay diferencias bien marcadas en la riqueza específica de cada grupo, por ejemplo, el grupo con mayor presencia en la sierra es el de las aves en el cual encontramos especies tanto migratorias como endémicas y residentes todo el año. Por otro lado es importante hacer notar que los hábitats de algunos grupos faunísticos han sido más afectados que el de otros, tal es el caso de los anfibios que debido a la falta de

vegetación arbórea, se ha reducido la capacidad de retención de humedad en algunas áreas, afectando el volumen y periodicidad de los arroyos existentes en la sierra. Algunas de las especies de anfibios en la zona son: rana verde, rana gris, rana silbadora y sapo excavador.

En las zonas pedregosas, con pastizales o de matorrales se encuentran reptiles como: el escorpión, lagartija de collar y de barda, culebra rayada, cincuate, entre otros.

Los mamíferos, se restringen a miembros chicos que se refugian en las zonas de matorral y pequeños bosquetes, encontrándose tlacuaches, conejo castellano, ardilla, tuza, ratón, zorrillo y gato montés.

#### 4.2. Aspectos socioeconómicos

##### Población

Según datos del INEGI el censo de población y vivienda (2010), la población del municipio de Coacalco de Berriozábal corresponde a los datos reportados en el cuadro 1:

Cuadro 1. Población del municipio de Coacalco de Berriozábal

Municipio	Población total	Población Masculina	Población Femenina
Coacalco de Berriozábal	277959	134086	143873

En el cuadro 2 se observa el crecimiento poblacional, la tasa de crecimiento medio anual y la densidad media urbana de la población del municipio en los últimos 20 años según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010).

Cuadro 2. Crecimiento poblacional del municipio de Coacalco en 20 años.

Municipio	Población			Tasa de crecimiento medio anual (%)		DMU <sup>2</sup> (hab/ha)
	1990	2000	2010	1990-2000	2000-2010	
Coacalco de Berriozábal	152 082	252 555	278 064	5.2	0.9	161.2
<p>1 El dato de Superficie se obtuvo de las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM), del Marco Geoestadístico Nacional 2010.</p> <p>2 Densidad Media Urbana: El dato de superficie para el cálculo de la DMU se obtuvo a partir de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) urbanas, de la Cartografía Geoestadística Urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.</p>						

Esta situación refleja que el crecimiento poblacional del municipio se está moderando con el paso del tiempo teniendo en consideración que en décadas anteriores el incremento de la población llegó a ascender 3.3 veces en 1970 respecto a 1960 y en 1980 ascendió a 7.7 veces respecto a la población existente en 1970. Fue en 1990 cuando el crecimiento empezó a disminuir registrando un crecimiento de solo 1.5 veces.

Esto obedece en muy buena parte a la escasa capacidad de absorción de población del territorio de Coacalco, es decir, la superficie del municipio está siendo saturada, por lo que la capacidad de recepción de mayor población está a punto de alcanzar su límite máximo.

Por otra parte, dentro del área de estudio se encuentran dos localidades que corresponden al Basurero Municipal “La Aurora” y la “Propiedad Díaz”, los datos poblacionales correspondientes se muestran en el cuadro 3 y fueron tomados del censo poblacional por localidad y vivienda del INEGI (2010).

Cuadro 3. Población que vive dentro del área de estudio.

	<b>Población total</b>	<b>Población Masculina</b>	<b>Población Femenina</b>	<b>Viviendas totales</b>	<b>Viviendas totales Habitadas</b>
Basurero Municipal (La Aurora)	99	52	47	27	21
Propiedad Díaz	3	*	*	1	1
*: Significa que la Información no está disponible y se refiere a las áreas que si bien, fueron visitadas durante el levantamiento de la información, no fue posible recopilar sus datos. En estos casos solamente se dispone de una estimación de la población total por sexo, así como del total de viviendas.					

Cabe mencionar que actualmente el Basurero Municipal ya no está en funcionamiento sin embargo la gente que trabajaba allí se estableció de forma irregular y formó dicha localidad compuesta hasta el momento de 27 viviendas, las cuales en su mayoría están formadas de materiales de lámina y cartón, la mayoría cuenta con luz eléctrica pero no con drenaje ni agua entubada.

## Aspectos Económicos

### *Población económicamente activa*

De acuerdo con la información del Censo General de Población y Vivienda 2010, se observa que la Población Económicamente Activa (12 años y mas) alcanzó una cifra de 119,932 trabajadores, que correspondieron al 43% de la población total del municipio y con respecto a la localidad de La Aurora, la PEA es de 38 personas que corresponde de igual forma al 38% del total de habitantes presentes en dicha localidad.

El censo económico 2010 reporta que el 78.47% de la PEA se encuentra laborando en el Sector Terciario, el 20.58% se dedica a actividades dentro del Sector Secundario y el 0.28% trabaja en el Sector Primario. Por un lado estas cifras nos dicen que el comercio y los servicios son la especialización de la actividad económica del municipio, y por otro que hay una clara desaparición de las actividades relacionadas al sector primario. En este caso la situación del sector primario se debe a la proletarización, que es la incorporación de la población campesina hacia las actividades secundarias o terciarias, así como por los cambios de uso agrícola a urbanos.

### **Uso del suelo**

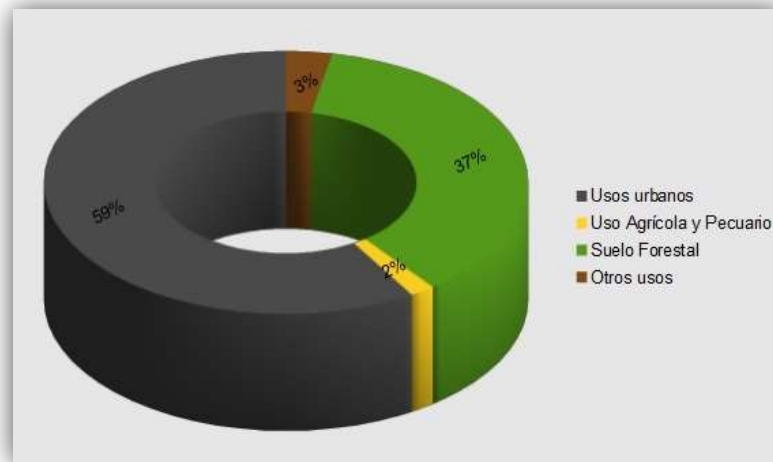
Los usos generales del suelo en el Municipio de Coacalco (expresados en el cuadro 2) conforman el total de las superficie municipal estimada en 3,482 has, de los cuales el que tiene mayor representatividad es el referido a usos urbanos, que comprende aproximadamente el 58.69 % de la superficie total.

Cuadro 4. Superficie para cada tipo de uso del suelo en Coacalco.

Uso del Suelo	Hectáreas	%
Usos urbanos	2,043.58	58.69
Agrícola	58.26	1.67
Parque (Sierra de G.)	1,274.58	36.60
Otros usos	105.8	3.04
Total	3,482.00	100.00

De acuerdo al cuadro anterior se puede observar que el mayor porcentaje lo representa el suelo urbano con un 59% y en segundo lugar la zona forestal (Parque Estatal Sierra de

Guadalupe) ocupando el 37% de la superficie total, quedando el suelo agrícola y pecuario en vías de extinción, representando solo el 2%, el resto de la superficie total del suelo que se refiere al 3%, pertenece a otros usos, generalmente son baldíos urbanos que en su mayoría aun no son utilizados (Gráfica 1).



Gráfica 1. Porcentaje del Uso actual del Suelo en Coacalco

### Aptitud del suelo

Las características climática, edafológica, geológica, topográfica y fisiográfica presentes en el municipio, han permitido definir la aptitud del suelo, tanto para usos urbanos como para usos no urbanos.

En cuanto a la aptitud para usos no urbanos (agrícola, pecuario, forestal) se tienen las siguientes características.

- El 37% lo ocupan las áreas montañosas, destinadas a reserva ecológica, que corresponden al Parque estatal Sierra de Guadalupe, misma que por sus características se considera como zona no urbanizable.
- Las zonas con aptitud agrícola se ubican en la parte norte (zonas bajas) del municipio, mismas que se ubican también al poniente y al oriente del municipio. Por sus características físicas, estos suelos también presentan aptitud al desarrollo de los asentamientos humanos.

En cuanto a la aptitud para usos urbanos, estos se definen por las siguientes condiciones:

- Las zonas con media aptitud al desarrollo urbano se localizan en los extremos oriente y poniente del municipio, mismas que aun cuando presentan algunas restricciones por sus condiciones físicas (susceptibles a inundarse por el paso del drenaje Cartagena), también presentan baja aptitud para usos no urbanos (agrícolas).
- Finalmente las zonas con alta aptitud al desarrollo urbano, corresponden a las áreas urbanas actualmente definidas, así como sus áreas periféricas. Es importante considerar en este rubro que al poniente del Conjunto San Francisco Coacalco y al norte de la vialidad López Portillo se encuentran zonas con alta aptitud al desarrollo urbano debido de que además de que las condiciones físicas no restringen su crecimiento, también cuentan con cabezas de infraestructura para la dotación de los servicios.

## **5. METODOLOGÍA**

Se desarrolló el método DPSIR, establecido por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) en 1999, que incorpora las causas de la presión y los impactos, consecuencia de las modificaciones del estado de las condiciones ambientales en el propio medio o en la salud humana.

Para conocer los indicadores de presión se realizaron recorridos en la zona de estudio dos veces por mes, e identificaron las actividades que pudieran generar problemáticas en la zona. También se realizaron encuestas a los pobladores y visitantes del parque, esto para complementar el análisis de la problemática sobre los recursos biológicos y la conservación del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

La jerarquización de los efectos de las acciones que provocan el deterioro de los componentes ambientales se obtuvieron utilizando las siguientes Metodologías: Check-list (Jain y col. 1993); Método Matricial de Leopold (1971); Método Matricial de Mc Harg (1969) y Método Redes de Sorensen (1969).

### **Elección del área de estudio**

Se estableció como área de estudio las inmediaciones de la colonia Parque Residencial Coacalco, que se ubican dentro de la Sierra de Guadalupe, cuyos límites se encuentran hacia el Oeste en las coordenadas 19°36'33.67" latitud Norte y 99° 6'35.20" Longitud Oeste y hacia el Este unas coordenadas de 19°36'22.52" Latitud Norte y 99° 5'20.89" Longitud con una altura de 2554 y 2450 msnm respectivamente con una extensión de 32 ha.

### **Recopilación y revisión bibliográfica**

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

Posteriormente se recopiló la información cartográfica correspondiente al área de estudio como fuente inmediata de información sobre el medio físico, biótico y social, empleando las cartas de: Topografía, Geología, Edafología, Uso de suelo y Uso Potencial que cuentan con

la clasificación E14A29 correspondiente a Cuautitlán en el Estado de México (INEGI, 2010).

### **Trabajo de Campo**

Se realizaron colectas de ejemplares botánicos en el parque estatal, entre los meses de lluvias en el año 2011. Dicho material botánico fue procesado mediante las técnicas convencionales para cada grupo taxonómico siguiendo los criterios propuestos por Sánchez y González (2008). El material recolectado se determinó utilizando la obra de Rzedowski *et al.* (2005). Algunos ejemplares arborícolas se determinaron directamente en campo con la “Guía de árboles y arbustos de la zona Metropolitana de la Cd. De México” de Rodríguez y Cohen (2003) y las especies que no se lograron determinar con el material anterior fueron llevadas al Herbario de la FES Iztacala para su identificación. En cuanto a las cactáceas, debido al estatus de riesgo se tomó únicamente el registro fotográfico de los ejemplares encontrados en campo para su posterior identificación en el Jardín Botánico de la FES Iztacala.

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

Para el caso de los anfibios y reptiles, el muestreo se realizó durante las horas de mayor actividad de estos organismos (9-12 y de 15-17 hrs.) recorriendo caminos y veredas, así como adentrándose en los distintos tipos de vegetación presentes en el área; revisando debajo de las rocas, la hojarasca, el suelo, sobre los árboles, y en cuerpos de agua y sitios perturbados cercanos. La captura de los ejemplares fue manual cuando se pudo y cuando no, se tomó el registro fotográfico, la identificación se realizó al momento, mediante el empleo de guías de campo (National Geographic Society) y la monografía realizada a partir del trabajo de Méndez y colaboradores (1992) sobre la herpetofauna de la Sierra de Guadalupe.

Para obtener el inventario ornitológico, de Agosto 2011 a Mayo 2012 se realizaron transectos sin estimar distancia y los muestreos se llevaron a cabo dos veces por mes, de las 7:00 a las 11:00 a.m., las especies se determinaron con las guías de campo: Aves de México (Peterson, 2008) y Aves de Norteamérica (National Geographic Society, 1992), para su mejor observación



se utilizaron binoculares 10x25.

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

Además de esto se compiló, revisó y analizó la información documental disponible, para obtener listados taxonómicos más completos.

Una vez obtenidos ambos listados se procedió a verificar las especies bajo protección y/o endémicas de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para la caracterización físico-química del suelo se tomaron cinco muestras de suelo superficial (0-20 cm de profundidad) en los dos tipos de vegetación dominante mediante el método de zig-zag, se mezclaron y se obtuvieron dos muestras compuestas, una de matorral y otra de bosque, a cada una se le determinaron las siguientes propiedades físicas y químicas en laboratorio siguiendo los métodos propuestos en el manual de métodos de análisis de suelo "Edafología" (Muñoz *et al.*, 2011):

- Color. técnica de comparación con tablas de color desarrollada por Munsell, 1975.
- Textura. Método del hidrómetro para determinar la textura de la fracción fina del suelo (partículas menores a 2 mm) desarrollado por Bouyoucos, 1962.
- Densidad aparente: Método volumétrico o de la probeta desarrollado por Beaver, 1963.
- Densidad real. Método del picnómetro desarrollado por Aguilera y Domínguez, 1982.
- Estructura. Método cuantitativo desarrollado por Cuanalo, 1981.
- Consistencia. Método cuantitativo desarrollado por Cuanalo, 1982.
- Materia orgánica. Método de oxidación con Ácido crómico u Ácido Silfúrico desarrollado por Walkley y Black, 1947.
- pH. Método potenciométrico para determinar el pH real, desarrollado por Beate, 1954; Willard, Merrit y Dean, 1958.
- Capacidad de intercambio Catiónico Total (CICT). Método volumétrico de Versenato desarrollado por Schollemborg y Simón, 1945.
- Calcio y Magnesio intercambiables.

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

Esta información fue complementada con los datos obtenidos a partir de la aplicación de encuestas a los pobladores y guardabosques, así como una entrevista realizada a la administración del Parque Estatal Sierra de Guadalupe (Anexo 3. Encuestas).

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

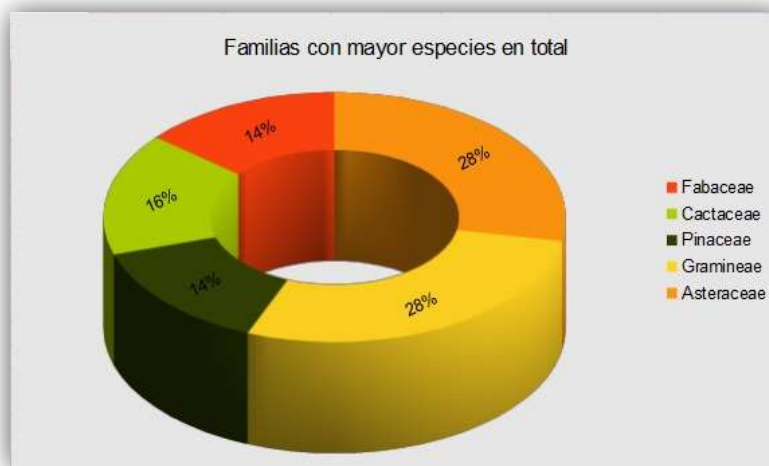
### **Trabajo de Gabinete**

La información obtenida se vació en una matriz Causa-Efecto tipo Leopold, con la finalidad de calificar e identificar los impactos más representativos en el área de estudio, se digitalizó en el sistema de información geográfica de ArcView 3.1 para cuantificar el porcentaje de vegetación y uso del suelo, de esta forma se pudo dar un valor de magnitud más real en las matrices, posteriormente se tomaron los datos significativos y se analizaron con una matriz de Mc Harg, con el objetivo de evaluar el grado de afección producido por cada uno de los impactos, para poder integrar esta información se elaboraron las redes de Sorensen con sus posibles ramas involucrando las causas de los impactos. Por último se utilizó la Metodología DPSIR establecida por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) en 1999, sobre cada una de las acciones generadoras de alteración ambiental con el fin de proponer acciones y estrategias que contribuyan a reducir los impactos identificados de acuerdo con el marco jurídico vigente, que corresponde a las normas mexicanas en materia ambiental.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 VEGETACIÓN

En el inventario realizado se obtuvo un listado de 78 especies vegetales (tabla 1, ver anexo de tablas) distribuidas en 30 familias de las cuales Asteraceae (Compositae) y Gramineae son las mejores representadas con 12 especies cada una (28%), le siguen Cactaceae con 8 especies (16%), y por último las familias Pinaceae y Fabaceae con 6 especies cada una (14%) (Gráfica 2). Ninguna especie se encuentra bajo algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y solo *Salvia mexicana* es Endémica.

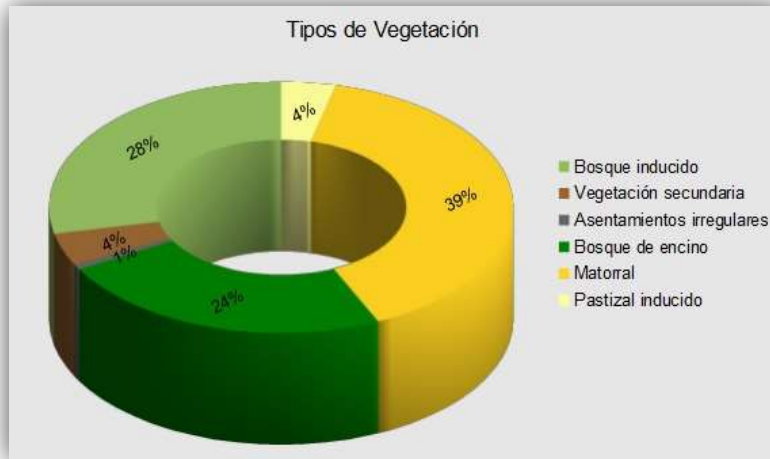


Gráfica 2. Familias vegetales mejor representadas en el área de estudio.

Actualmente en la zona predominan cuatro tipos de vegetación: Matorral Xerófilo, Bosque de Encino, Bosque inducido y Pastizal inducido que se encuentra entremezclado en el matorral y el bosque cultivado. Para cuantificar el porcentaje de cada tipo de vegetación, está se digitalizo en el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.1 con ayuda de una imagen satelital y la ortofoto E14A29f escala 1:20,000 proporcionada por el INEGI. De esta forma también se pudo generar el mapa da vegetación y uso de suelo del área de estudio (Mapa 2, Ver anexo cartográfico).

Una vez hecha la digitalización de cada tipo de vegetación se calculó el área de cada uno obteniendo que el mayor porcentaje lo ocupa el Matorral Xerófilo con el 39% (12.3 ha) de la

superficie total, le sigue el Bosque Inducido con un 28% (8.88 ha), después sigue el Bosque de Encino al cual le corresponde un 24% (7.34), el pastizal inducido ocupa el 4% (1.18 ha) y los establecimientos irregulares cuentan con el 1% del total del área de estudio. El 4% (1.29 ha) restante del área corresponde a zonas aparentemente desprovistas de vegetación o con ligeros indicios de vegetación secundaria, tales porcentajes pueden verse en la gráfica 3.



Gráfica 3.- Porcentaje de los tipos de vegetación y uso de suelo presentes en el área de estudio

### 6.1.1 Tipos de Vegetación Presente

- Matorral Xerófilo

Este ecosistema vegetal es propio de las zonas áridas y semiáridas de México y está constituida básicamente por comunidades arbustivas micrófilas y espinosas (INEGI, 2009).

En este tipo de vegetación se encuentran el mayor número de especies nativas del PESG entre las que destacan especies como *Opuntia streptacantha*, *O. lasiacantha*, *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri*, *Agave sp.*, etc. El matorral es importante ya que representa parte de la vegetación nativa del PESG, además de que los visitantes y los pobladores obtienen de aquí recursos como son: leña, frutos, insectos, plantas ornamentales y hierbas medicinales. Dentro del matorral Xerófilo existen algunas especies dominantes conformando así las siguientes unidades:

- Matorral espinoso: en donde predominan especies como *Acacia farnesiana* y *Acacia schaffneri*, *Prosopis juliflora* y *Mimosa biuncifera* (Imagen 2).
- Nopalera con Izotal: donde encontramos especies como *Opuntia cholla*, *O. streptacantha* y *O. lasiacantha* y *Yucca filifera* (Imagen 3), cabe señalar que esta unidad es importante pues el nopal es un producto adecuado a las condiciones de la zona. Su valor alimenticio y curativo es bien conocido. Además la baba de nopal tiene aplicaciones en la construcción, por ejemplo como sellador para pintura de cal. La comercialización de los productos del nopal puede llegar a ser importante para la Sierra de Guadalupe. Por lo mismo será necesario conservar estas áreas que están viéndose afectadas por el vandalismo.
- Matorral abierto: En esta unidad se pueden encontrar varias especies arbustivas pero en general domina el pirul y los magueyes (Imagen 4).



Imagen 2.- Asociación Huizache-Mezquite



Imagen 3. Asociación Nopalera-Izotal



Imagen 4.- Matorral abierto

- Bosque Inducido

Esta agrupación vegetal se conforma por especies arbóreas que son producto de actividades de reforestación o bien de introducción deliberada con fines de ornato, como es el caso de los bosques creados en los estados de México y Michoacán a partir de reforestación con eucalipto y cedro (INEGI, 2009).

Aquí al contrario del matorral xerófilo, se encuentran el mayor número de especies exóticas con un total de 12 entre las que destacan *Eucalyptus globulus*, *Schinus molle*, *Casuarina equisetifolia* y varias especies del genero *Pinus* como consecuencia de las plantaciones forestales realizadas con fines de restauración y conservación (ISA, 1998). En el Bosque Cultivado se registraron la mayor cantidad de especies de aves y según las encuestas, pobladores y visitantes obtienen de aquí recursos como son suelo y plantas y aunque ningún encuestado declaro capturar aves al menos dos de ellos dijeron haber visto a otras personas que si lo hacían.

En este tipo de vegetación también hay zonas donde dominan una o dos especie por lo cual se subdividió al Bosque Inducido en Bosque de Eucalipto (Imagen 5), Bosque de Eucalipto-Pirul y Bosque de Pino-Cedro.

El bosque inducido resulta muy útil contra los procesos erosivos del suelo y mantienen una buena calidad del aire, sin embargo la introducción de especies de flora ha propiciado cambios en el hábitat natural, afectando tanto a la flora como a la fauna silvestre, ya que a pesar de que muchas especies son altamente adaptables, otras han sido limitadas en su distribución y disponibilidad de alimento, la mayoría de las poblaciones se han reducido y fragmentado debido a los cambio de uso de suelo de forestal a agrícola, asentamientos humanos e incendios, entre otros.

Otro aspecto importante ligado a la vegetación inducida es la sanidad vegetal, en la zona se han detectado varias plagas y magnitudes de daño; las áreas de mayor incidencia son las de reforestación y las especies introducidas las más infectadas. Las plagas más importantes presentes en el arbolado de reforestación



Imagen 5.- Bosque de Eucalipto

son *Phloeosinus baumannii* y *Dendroctonus sp.* que son descortezadores; *Ips sp.*, plaga secundaria en árboles ya plagados, enfermos o debilitados durante las temporadas de sequía, y la conchuela del eucalipto (*Glycopsis brimblecombei*), generalizada en prácticamente todo el país.

- Bosque de Encino

Comunidades vegetales constituidas por el género *Quercus* (encinos, robles) que en México, salvo condiciones muy áridas se encuentran prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 2800 msnm. Junto con los bosques de Pino, los bosques de encino representan un tipo de vegetación templada de México. Su distribución, de acuerdo a Rzedowski abarca prácticamente desde el nivel de mar, hasta los 3100 m, sin embargo, la mayoría de estas zonas se ubica entre los 1200 y 2800 msnm, tal como se mencionaba antes. Estos bosques se distribuyen prácticamente en todo México, principalmente en las sierras madre y Eje Neovolcánico, así como en los estados de Oaxaca y Chiapas.

Los bosques de *Quercus* han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria (INEGI, 2009).

Las especies pertenecientes al género *Quercus*, identificadas en el área de estudio fueron: *Quercus rugosa*, *Q. desérticola* y *Q. mexicana*, el área donde se encuentra esta última especie corresponde a lo que en el mapa 3 se muestra como chaparral.

Esta unidad es la de mayor valor ecológico de la zona, por lo cual es necesario conservarla consolidando los bosques existentes y realizando esfuerzos bien dirigidos para ampliar la superficie que abarca. Será necesario implementar mecanismos de investigación para reproducir los encinos de la zona y para desarrollar las estrategias de reforestación que faciliten el desarrollo de estas especies.



Imagen 6. Bosque de Encino

- Pastizal inducido

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos, o bien ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene (INEGI, 2009).

Cabe mencionar que el pastizal inducido ya se ha expandido por toda el área por lo que se encuentra mezclado con los otros tipos de vegetación del área de estudio y el 2% corresponde solo a áreas donde las gramíneas y otras pequeñas hierbas cubren el suelo totalmente, pero en realidad los pastizales pueden encontrarse en casi toda el área. Por esto mismo los pobladores de la zona dejan pastar libremente al ganado cosa que debería limitarse a solo un área bien delimitada para evitar la apertura de nuevos senderos, compactación del suelo y pérdida de cubierta vegetal.

Así mismo, el pastoreo excesivo es una actividad que influye mucho a la expansión de los pastizales inducidos pues contribuye al exterminio de algunas plantas nativas y favorece el crecimiento de plantas forrajeras, particularmente de las gramíneas. Un ejemplo de las especies encontradas en el área son: *Cynodon dactylon*, *Avena fatua* y *Pennisetum villosum* mismo que se muestra en la imagen 7.



Imagen 7.- Parte del pastizal inducido mezclado con el Bosque Inducido



## 6.2 FAUNA

### 6.2.1 Herpetofauna

El listado de la herpetofauna se realizó mediante datos bibliográficos de estudios anteriores, observaciones de campo y de las encuestas realizadas a guardabosques, pobladores y visitantes de la zona.

Se obtuvo un listado de 17 especies en total, de las cuales 5 son Anfibios (con 3 familias) y 12 son reptiles (con 4 familias). De las 5 especies de anfibios ninguna se encuentra bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo en la clase de los reptiles hay 4 especies bajo protección especial: *Sceloporus grammicus* (lagartija escamosa del mezquite), *Barisia imbricata* (lagarto alicante del Popocatepetl), *Salvadora Bairdi* (culebra) y *Crotalus molossus* (víbora de cascabel). Otras 3 especies pertenecen a la categoría de Amenazadas *Sistrurus ravus*, *Pituophis deppei* y *Thamnophis eques* (tabla 2 del Anexo 2).

Las especies de dicha lista fueron reportadas en el trabajo de Méndez *et al.* (1992) hace unas tres décadas y en su estudio señaló a 11 especies como poco frecuentes en la zona (*Hyla eximia*, *Eleutherodactylus Augusti*, *Eleutherodactylus grandis*, *Sceloporus scalaris*, *Barisia imbricata*, *Thamnophis eques*, *Salvadora Bairdi*, *Pituophis deppei*, *Crotalus molossus*, *Crotalus triseriatus* y *Sistrurus ravus*) probablemente por ser las más sensibles a los cambios en el hábitat.

Por lo anterior sería recomendable realizar un estudio exhaustivo actual para verificar su presencia o desaparición en la Sierra de Guadalupe, en lo que respecta a *Barisia imbricata*, aun fue observada en la zona durante el presente estudio pues contrario a la sensibilidad que le atribuye Méndez (1992), *Barisia imbricata* parece tolerar bien las alteraciones hechas a su hábitat original, ya que se le suele encontrar frecuentemente en campos de cultivo o claros de bosque (Zaldivar, 2002). Por otro lado es posible que *Thamnophis eques* ya haya sido suprimida de la zona pues de acuerdo a Ramírez (2008) esta especie está fuertemente asociada a cuerpos de agua permanentes con vegetación cosa que en el área de estudio ya no hay, y sus principales amenazas son la desecación de charcas temporales, pastoreo, deforestación, incendios y asentamientos humanos cuyas actividades ascienden cada vez más en la zona. Además según las encuestas no se han reportado avistamientos de esta

especie en los últimos años.

En cuanto al endemismo resultó ser que el 53% de las especies son endémicas y dos de ellas pertenecen a géneros endémicos de México *Barisia* y *Conopsis* (Flores, 1993).

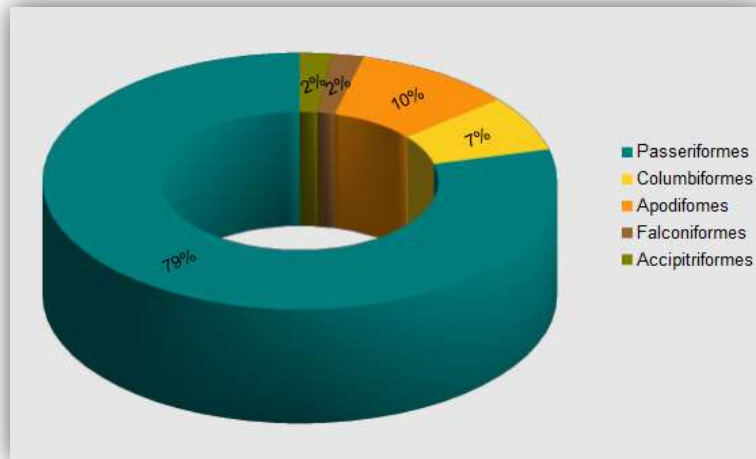
Por otro lado el tipo de vegetación que posee una mayor riqueza de especies es el matorral xerófilo ya que sustenta al 82% de la herpetofauna.

Es importante hacer notar que los hábitats de algunas especies han sido más afectados que de otras, tal es el caso de los anfibios que debido a la falta de vegetación arbórea, se ha reducido la capacidad de retención de humedad en algunas áreas, afectando el volumen y periodicidad de los arroyos existentes en la sierra (Vela *et al.*, 2004). Por otro lado es importante mencionar que tanto las aves como los reptiles dependen estrechamente del bosque y el matorral para sobrevivir y siendo que los reptiles conforman el grupo con mayor número de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante mantener condiciones naturales dentro de lo que sea posible en dichos hábitats ante la actual tendencia de modificarlos tras dar paso a la ganadería, establecimientos irregulares y agricultura.

### **6.2.2 Aves**

El grupo de las aves es el de mayor presencia en la zona, probablemente por su movilidad es el mejor adaptado a las condiciones de la Sierra. Además muchas de estas son migratorias, que han encontrado en las especies vegetales introducidas nuevos hábitats que les ha permitido subsistir (Vela *et al.*, 2004).

Se registraron un total de 42 especies que corresponden a 5 órdenes y 20 familias. La mayor cantidad de especies las constituye el orden de percha (Passeriformes), con 33 especies (79%), seguido por los colibríes (Apodiformes) con 4 especies (10%) después le siguen las palomas (Columbiformes) con 3 especies (7%) y por último están las rapaces diurnas (Accipitriformes) y los halcones (Falconiformes) con 1 especie en cada orden (2% cada uno) tal como se muestra en la gráfica 4.



Gráfica 4. Porcentaje de especies en cada Orden de la Avifauna del PESG

De las 42 especies, solo dos de ellas: *Myadestes occidentalis* y *Xenotriccus mexicanus*, se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010; ambas especies con categoría Pr (Sujeta a protección especial), el resto de las especies no tienen ninguna categoría. El *Xenotriccus mexicanus* es una especie casi amenazada según la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN), esta especie es considerada como una de las especies más raras del país, ya que en ciertas regiones solo se han observado en pocas ocasiones, es endémica de la región del Balsas; las áreas donde se reporta su presencia así como su hábitat se encuentran perturbadas; se alimenta de insectos que captura al vuelo desde una percha (Rose *et al.*, 2012).

Con respecto a las aves endémicas de México se registraron 3 especies endémicas, 4 semiendémicas y 1 cuasiendémica según las clasificaciones de la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO, [www.avesmx.net](http://www.avesmx.net)). Entre las especies endémicas se encuentran *Cardellina rubra*, *Melospiza kieneri* y *Xenotriccus mexicanus*, mientras que en el grupo de las semiendémicas están *Lampornis clemenciae*, *Icterus parisorum*, *Setophaga nigrescens* y *Cyananthus latirostris*, por otro lado la especie cuasiendémica corresponde a *Ptilonopus cinereus*.

De las 37 especies, 26 (70%) son residentes; 9 (24%) son migratorias solo en época de no reproducción y 2 (5%) son introducidas, *Columba livia* y *Passer domesticus* (Tabla 3 del anexo 2).

### 6.2.3 Mamíferos

Se obtuvo una lista de mamíferos con 7 especies: Tlacuache (*Didelphis virginiana*), Conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), Ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), Tuza (*Pappogeomys tylorhinus*), Ratón (*Liomys irratus alleni*), el Zorrillo listado (*Mephitis macroura*) (Reyes y Halffter, 1976), y el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que se mantiene en cautiverio. De dichas especies ninguna se encuentra en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o presenta endemismo en México, solo *Sciurus aureogaster* es considerada, endémica de Mesoamérica (CONANP, 2010) (Tabla 4).

Tabla 4. Listado de la Mastofauna presente en la Sierra de Guadalupe.

Familia	Especie	Nombre común	Categoría NOM-059, SEMARNAT 2010
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Ninguna
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	Ninguna
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	Ninguna
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	Ninguna
Geomyidae	<i>Pappogeomys tylorhinus</i>	Tuza	Ninguna
Heteromyidae	<i>Liomys irratus alleni</i>	Ratón	Ninguna
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	Ninguna

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se introdujo en la Sierra de Guadalupe como parte del programa de manejo de especies del valle Cuautitlán- Texcoco, que tenían status en la Norma Oficial NOM-059-ECOL-1994, aunque actualmente el venado cola blanca ya no se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se sigue manteniendo en cautiverio lo cual ha favorecido el turismo en la zona, además de apoyar a la conservación de la especie ya que en su hábitat natural las poblaciones se están viendo mermadas por la alta densidad poblacional, una marcada destrucción del hábitat y cambios de uso del suelo, además de la cacería de subsistencia (Reyna, 1997 ).

Las especies *Didelphis virginiana*, *Mephitis macroura*, *Sciurus aureogaster* y *Sylvilagus floridanus* tienen una distribución muy amplia, se les encuentra tanto en regiones Neárticas como Neotropicales (Ceballos y Oliva, 2005; CONANP, 2010; Hwang y Larivière, 2001) pero Chavéz *et al.* (2008) dice que la ardilla gris y el conejo castellano (*Sciurus aureogaster* y *Sylvilagus floridanus* respectivamente) tienen una afinidad más bien templada con un rango

altitudinal entre los 1700 y 4300 msnm. Debido a su amplio rango de distribución es muy común encontrar dichas especies en gran parte del territorio mexicano tal como la Sierra de Guadalupe que aún posee las características mínimas necesarias para sustentar a algunos mamíferos. Por otro lado la distribución del ratón *Liomys irroratus alleni* también parece ser amplia ya que Escalante *et al.* (2007) la registra en su trabajo a todo lo ancho y largo de la Faja Neovolcánica Transversal.

Algunas especies de estos mamíferos no son muy sensibles a la perturbación del hábitat pues el tlacuache común es una especie muy tolerante a la presencia del hombre ya que esto le permite habitar espacios influenciados por las actividades humanas (Cabrera y Molano, 1995; Linares, 1998); al conejo castellano se le ha encontrado relacionado a la vegetación secundaria como acahuals, presentes en algunas partes de la zona estudiada, pues ahí puede protegerse y esconderse (CONANP, 2010) pero huye a la presencia del hombre y el zorrillo puede sobrevivir en hábitats alterados por el humano, tales como campos de cultivo, pastizales y áreas suburbanas (Hwang y Larivière, 2001), incluso en un estudio sobre esta especie realizado en un Campus de Honduras (Brenes y Montes de Oca, 2009) se los reportaron ubicados en áreas verdes, edificios, arbustos, muros de rocas, escombros, madrigueras subterráneas y basureros.

En cambio la ardilla (*Sciurus aureogaster*) prefiere habitar densos grupos de árboles de encino (Cervantes *et al.*, 1995), situados en la parte sureste y suroeste del área estudiada. No obstante, la mastofauna ha sido, quizás, el grupo más afectado en la Sierra de Guadalupe en las últimas décadas pues no está a salvo de la caza clandestina, la extracción y el vandalismo que según las encuestas realizadas sufre. La reducción de la riqueza específica de este grupo se ve reflejada en el escaso número de especies registradas. Son muchos los factores que contribuyen a su disminución o desaparición, uno de ellos es 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, así como la frecuencia de incendios, sobrepastoreo y cacería furtiva (Rzedowski, 2005 y Méndez *et al.*, 1992). Otro factor que puede contribuir a la reducción de la mastofauna es la introducción de especies, este es un problema poco evaluado pero que seguramente está impactando de

manera negativa a muchas especies nativas, pues en México ya existen poblaciones ferales bien establecidas de especies domésticas, incluyendo a perros, gatos, burros, cerdos, cabras y conejos (Ceballos *et al.*, 2003).

En general la abundancia de la fauna ha disminuido debido a factores originados por las diversas actividades del hombre. Entre las principales prácticas ilícitas o no reguladas que repercuten en la fauna silvestre se encuentran el tráfico y comercio clandestino, la cacería furtiva y usos inadecuados con fines de subsistencia, la destrucción y transformación del hábitat.

### 6.3 SUELO

Dentro del área de estudio pueden distinguirse a simple vista por el color y tipo de vegetación que sostienen, dos tipos de suelos, uno pertenece al bosque en general (Imagen 8 y 9) y el otro al matorral (imagen 10 y 11).



Imágenes 8 y 9. Suelo del Bosque



Imágenes 10 y 11. Suelo del Matorral

### 6.3.1 Suelo del Bosque

#### ❖ Propiedades físicas

Para formar esta muestra de suelo se tomaron muestras de los dos tipos de bosque (bosque inducido y bosque de Encino) en donde predominan especies como *Pinnus sp.* y especies del genero *Quercus*. Este suelo mostro una coloración 10YR 4/2 “pardo grisáceo oscuro” en seco y 10YR 2/2 “pardo muy oscuro” en húmedo (Tabla 5). La coloración oscura se debe al alto contenido de materia orgánica que se descompone en humus y da la coloración negra al suelo; los suelos negros también se asocian a condiciones de buena fertilidad y a la presencia de una buena estructuración (Ovalles, 2003) lo cual concuerda con los resultados obtenidos ya que este suelo presentó una estructura poliédrica angular (40%) y granular grumosa (60%) fuertemente desarrolladas (Tabla 6). La textura es franco arcillo arenoso, tiene un porcentaje significativo de arcillas (26%) que contribuyen a la retención de nutrientes para las plantas, el almacenamiento de agua y que el suelo tenga una mayor superficie de contacto. Su consistencia en seco es ligeramente duro y friable en húmedo; es adhesivo y plástico; la densidad aparente y la densidad real son bajas por el contenido de materia orgánica ya que esta ocupa un gran volumen pero pesa muy poco; su porosidad es media (43.7%) lo cual quiere decir que mantiene un drenaje aceptable lo cual es bueno para facilitar la infiltración de agua al manto freático. Estos resultados son muy parecidos o coinciden con lo reportado por Vela *et al.* (2004) en su estudio de capas endurecidas de los suelos de la Sierra de Guadalupe en los horizontes superficiales.

Lo anterior indica que el suelo cuenta con las propiedades adecuadas para sustentar una buena cubierta vegetal gracias a que dichas propiedades mantienen agua y nutrientes disponible para las plantas, *per se*, este suelo corre más riesgo de ser invadido por las actividades ganaderas y agrícolas.

Tabla 5. Propiedades físicas de los dos tipos de suelo en el área de estudio.

	COLOR		TEXTURA			CONSISTENCIA		Adhesi- vidad	Plasti- cidad	D. a. Mg/m <sup>3</sup>	D.r. Mg/m <sup>3</sup>	PORO- SIDAD	
	Seco	Húmedo	Categoría	Are- nas	Li- mos	Arci- llas	Seco						Húmedo
<b>Suelo del Bosque</b>	10YR 4/2 Pardo grisáceo oscuro	10YR 2/2 Pardo muy oscuro	FRANCO ARCILLO ARENOSO	54%	20%	26%	Ligera- mente duro	Friable	Adhesivo	Plástico	0.955 BAJO	2.182 BAJO	43.78% MEDIO
<b>Suelo del Matorral</b>	10YR 6/4 Pardo amarillento claro	10YR 3/4 Pardo amarillento oscuro	FRANCO ARENOSO	68%	20%	12%	Duro	Firme	Ligera- mente Adhesivo	Lige- ramen- te Plástico	1.14 MEDIO	2.162 BAJO	65.44% ALTO

Tabla 6. Estructura del suelo del bosque y del matorral.

SUELO DEL BOSQUE		SUELO DEL MATORRAL	
Clase y tipo de Es- tructura	Porcentaje de la fracción	Clase y tipo de Es- tructura	Porcentaje de la fracción
Poliédrica angular grande	10%	Poliédrica subangular media	20%
Poliédrica angular mediana	10%	Poliédrica subangular fina	20%
Poliédrica angular fina	20%	Poliédrica subangular muy fina	10%
Granular grumosa media	60%	Granular esferoidal fina	50%
Grado del desarrollo del agregado: Fuertemente desarrolla		Grado del desarrollo del agregado: Moderadamente desarrollada	

#### ❖ Propiedades químicas

El pH es neutro (6.82). Respecto al contenido de Materia Orgánica es rico (7.85) por los constantes aportes de la vegetación presente, el alto contenido de MO también es un atributo que concuerda con las características de los suelos Feozem (INEGI, 2008), por otro lado la



MO ayuda a incrementar la estabilidad de los agregados del suelo evitando la compresión del mismo. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es alta, esto se debe posiblemente a la presencia de arcillas esmécticas de tipo montmorillonítico, las cuales son reportadas para los suelos de la sierra de Guadalupe en otros trabajos (Vela *et al.*, 2004 y Vela y Flores, 2004) y confieren una elevada CIC además de esto también interfiere el alto contenido de MO; el valor del Calcio es bajo y el del Mg es alto (Tabla 7).

Tabla 7. Propiedades químicas de ambos tipos de suelo en el área de estudio.

	pH	MATERIA ORGÁNICA	C.I.C. cmol+/kg	BASES INTERCAMBIABLES (cmol+/kg)	
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
<b>Suelo del Bosque</b>	6.82 NEUTRO	7.85 RICO	32.76 ALTO	8.28 BAJO	5.52 ALTO
<b>Suelo del Matorral</b>	8.22 MODERADAMENTE ALCALINO	0.69 POBRE	22.97 MEDIO	10.81 MEDIO	3.68 ALTO

### 6.3.2 Suelo del matorral

#### ❖ Propiedades físicas

Aquí se pueden encontrar especies vegetales como son *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, *Agave sp.*, *Schinus molle*, *Opuntia streptacantha*, *O. lasiacantha*, *Ipomoea murucoides*, *Buddleia americana* y varias especies de la familia Compositae. No obstante hay algunas zonas donde la cubierta vegetal se ha perdido por completo y el suelo está totalmente expuesto a la erosión. El color del suelo fue un 10YR 6/4 “pardo amarillento claro” en seco y en húmedo presento un 10YR 3/4 “pardo amarillento oscuro”, todas las muestras en húmedo tienden a oscurecerse porque el agua absorbe más luz y tiende a reflejar una menor cantidad de ella haciendo que la muestra se oscurezca; por otro lado el color amarillento puede deberse a la presencia del mineral geotita donde cristales grandes de este material confieren pigmentación amarilla al suelo y los cristales pequeños le confieren tonalidades de color

marrón, esta tonalidad se asocia a suelos en condiciones de media a baja fertilidad (Ovalles, 2003). Tiene una textura franco arenosa donde predominan las arenas (68%), esto favorece a que haya un buen drenaje y una buena aeración pero así mismo lo hace más susceptible a la erosión; el contenido de arcillas es bajo por lo que el suelo retiene poco nutrientes y poca agua dejando al suelo sin mucha superficie de contacto para llevar a cabo reacciones físicas y químicas; los limos pueden ayudar a retener agua disponible para las plantas. Su consistencia es dura en seco y firme en húmedo; la estructura es poliédrica subangular en un 50% y granular esferoidal el 50% restante, moderadamente desarrollada; es ligeramente adhesivo y ligeramente plástico por el escaso contenido de arcillas.

El suelo del matorral es somero, no sobrepasa los 20 cm de profundidad, en algunas zonas ni si quiera los 10 cm, por sus características no se recomienda para uso agrícola ni para el ganadero ya que debido a su alto contenido de arenas (68%) es susceptible a la erosión si se pierde la cubierta vegetal por dichas actividades. Por otro lado puede seguirse con las plantaciones del Maguey pulquero (*Agave sp.*) que se adapta muy bien a las propiedades de este suelo sin perjudicarlo además de que proporciona un ingreso económico a los pobladores.

#### ❖ Propiedades químicas

El pH es moderadamente alcalino (8.22) atribuible al intemperismo de los feldespatos cálcicos y sódicos tal como lo observaron en otros trabajos Etchevers *et al.* (1998) y Vela *et al.* (2004). El contenido de materia orgánica es pobre lo cual es muy común en suelos con este tipo de vegetación.

La CIC fue media; el ion de Ca se presenta en una categoría media y el magnesio en una categoría alta (tabla 7). Las características de este suelo se encuentran dentro de lo reportado para horizontes más profundos que se hallan generalmente de 18 a 50 cm de profundidad (Vela *et al.*, 2004 y Vela y Flores, 2004) lo cual podría indicar que el suelo del matorral ha perdido su horizonte superficial original por la erosión explicando el porqué de la CIC y el pH que disminuyen conforme incrementa la profundidad del perfil del suelo.

## 6.4 ENCUESTAS

### *Visitantes del PESG*

De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas realizadas a la gente que visita el PESG (Anexo 3, encuesta correspondiente), se puede ver que el 44% de esta gente acude a él, cada fin de semana, el 34% lo hace rara vez y el resto, el 24% lo hace diario. Las actividades que la gente realiza son variadas pero pudieron englobarse en tres principales que fueron, ejercitarse (32%); practicar ciclismo (20%) y actividades recreativas (48%) entre las que se encuentran: día de campo y pasar tiempo en familia, pasear a las mascotas, explorar las montañas, etc. En general la mayoría de los visitantes (92%) cree que las actividades que ellos realizan en el parque no afectan o deterioran el ambiente argumentando que solo se utilizan los espacios predeterminados como: el área de juegos, las “palapas” y los caminos pavimentados; sin embargo en los recorridos hechos por la zona se vio que la gente no solo ocupa sitios predeterminados y caminos pavimentados para esparcirse por el parque si no que a veces ocupan atajos y estos van abriendo nuevos senderos en diferentes lugares de la zona, provocando así, la pérdida en pequeños porcentajes de la cubierta vegetal y/o la erosión del suelo.

Un 85% de los encuestados estuvieron de acuerdo en que los servicios públicos con los que cuenta el parque, como palapas, sanitarios, áreas de juegos infantiles, etc, son insuficientes pues carecen del mantenimiento adecuado, un ejemplo es el mal aspecto que la mayoría de las palapas tienen por el vandalismo o la falta de agua en los sanitarios, además un 56% de los visitantes cree que falta vigilancia dentro del parque.

Otra pregunta que se les hizo a los visitantes es, ¿qué hacían con la basura? si es que la generaban. El 56 % dijo que la depositaba en los botes de basura el resto que no generaba basura; pese a estos datos los hechos eran otros, casi en todo el parque pudieron observarse residuos contaminantes, que no deberían estar ahí. En cuanto al uso que se le da a los recursos naturales del parque están: la captura y extracción de algunos animales como reptiles, anfibios o insectos para tenerlos de mascota, la colecta de madera, colecta de plantas medicinales y comestibles; esto lo dijo el 20% de visitantes que si ocupa algún recurso, el 80% restante dijo no usar ninguno.

El 100% de la gente considera que es importante conservar y proteger el parque, las respuestas que la mayoría dio al preguntarles el por qué, fueron: “porque es una fuente de oxígeno y es bueno mantener las áreas verdes”, esto nos muestra que las personas no se percatan ni tienen idea de los numerosos servicios que áreas como la Sierra de Guadalupe ofrecen a la población y a mejorar la calidad del ambiente aparte de las ya mencionadas, por lo que sería importante colocar letreros informativos en varias zonas del parque además de poner más esfuerzos en el servicio de educación ambiental (Ver gráfico no. 5). La conservación y el cuidado del PESG no solo está en manos de las autoridades destinadas a este fin, sino también de la sociedad en general, por eso es preciso que ésta se entere de todos los beneficios que áreas como el PESG pueden otorgar y así cuiden los recursos; entre los servicios que ofrece el parque se pueden mencionar: hábitat y protección de un gran número de especies, captación de agua para la recarga de los mantos acuíferos, captación de partículas suspendidas en el aire, retención y formación de suelo, explotación de recursos naturales, áreas de expansión recreativa e incluso la satisfacción por la estética visual del paisaje.

Algunas fuerzas de presión, que se pudieron observar durante los recorridos en el PESG, en el ambiente y sobre los recursos naturales fueron: Crecimiento poblacional que demanda más áreas de uso habitacional; urbanización; intensificación ganadera, este último genera el pastoreo de vacas y caballos en varias partes de la zona, dichos animales también producen la apertura de senderos además de la compactación del suelo por el tránsito continuo.

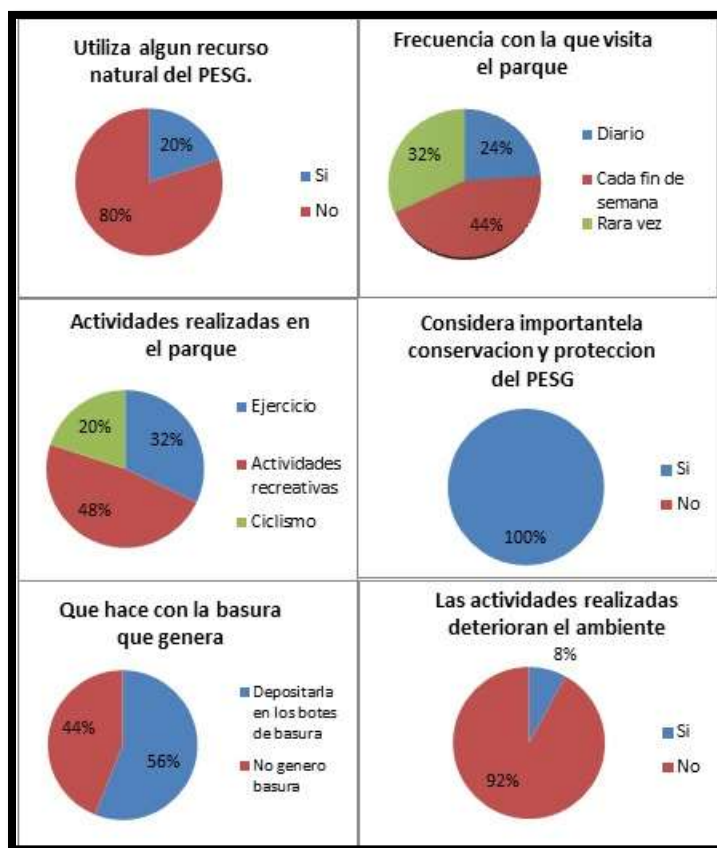


Gráfico 5. Conjunto de graficas respecto a las respuestas de los visitantes del PESG.

### **Pobladores de los asentamientos irregulares**

La encuesta correspondiente a los pobladores puede verse en el anexo 3. En general puede concluirse que todos los habitantes que conforman esta localidad de asentamientos irregulares viven bajo las mismas condiciones de precariedad. Con respecto a los servicios públicos el 100% de los encuestados carece de drenaje y agua potable, en cambio cuentan con letrinas de uso común para hacer sus necesidades básicas y la forma en que obtienen el agua es a través de pipas. El 66.7% ocupa leña para cocinar y el 33.3 % ocupa gas de tanque. Otros servicios de los que carecen los pobladores es de vigilancia, en esta zona no hay vigilancia ni por parte del PESG ni del municipio.

En cuanto a la disposición de su basura todos dijeron que la entregan al camión municipal, pese a estas respuestas, durante la visita a esta localidad, pudieron observarse depósitos

irregulares en áreas limítrofes a las viviendas cuyos desechos variaban entre, muebles inservibles, juguetes, prendas de vestir y materiales de los cuales están hechas la mayoría de las viviendas como: plástico, tablonos, laminas y cartones.

Todos los encuestados tienen mascotas y animales de traspatio como son: perros, gallinas y patos. El 100% practica la agricultura de autoconsumo como medio de subsistencia en áreas aledañas a sus viviendas, sus cultivos básicamente son de temporal entre ellos están, el maíz, la calabaza, cebolla y algunas legumbres, la principal limitante para mantener esta actividad es el agua de riego seguido de algunas plagas como el tlaconete y los caracoles Según las respuestas, para dichos cultivos no se utilizan pesticidas y se fertiliza la tierra con las heces del ganado. Por otra parte el 67% de los encuestados cree que hace falta más espacio para la agricultura y piensa que los incendios si benefician la tierra para sembrar siempre y cuando no se salgan de control. Todos desconocen por cuanto tiempo un mismo terreno es productivo y fértil, Solo el 33.3% practica la ganadería también de autoconsumo.

En cuanto a los recursos que obtienen de la Sierra se señalaron: plantas comestibles, plantas medicinales, madera y leña, fibras, hongos, solo una persona dijo que cazaba conejos para la alimentación. Con respecto a los animales que llegan a causar molestias a los pobladores, están las víboras de cascabel por la que en algunas ocasiones es necesario matar, dijeron estos.

Por último, solo un encuestado percibe el ambiente de la sierra como intacto y considera que ninguna actividad humana modifica las condiciones naturales, el resto cree que el estado en el que se encuentra la vegetación de la sierra tiene calidad de “dañado” y si cree que actividades como la agricultura y la construcción de casas pueden modificar el ambiente y la vegetación.

## 7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 7.1 Matriz de impactos tipo Leopold

Este método se basa en la elaboración de una tabla de doble entrada: las columnas corresponden a las actividades causantes del impacto, y las filas a los factores ambientales que pueden verse afectados, a corto y largo plazo, por dichas actividades. A cada casilla resultante le corresponden dos valores de impacto: uno de *magnitud*, que es el grado o extensión del impacto, y otro de *importancia* o significación que tiene la acción sobre el factor ambiental, para el territorio que se está analizando (Leopold *et. al.*, 1971). La magnitud del impacto puede tener el carácter de positivo o negativo y la importancia, que sólo puede recibir valores positivos, queda dada por la ponderación que se le asigne y puede ser muy diferente de la magnitud (Espinoza, 2001).

La Matriz de Leopold involucra el uso de 100 acciones específicas y 88 componentes ambientales, y por tal razón se emplea en una gran diversidad de proyectos. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo esta metodología se utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los impactos considerados como significativos. No obstante, es posible preparar matrices para las necesidades específicas de cada estudio adaptando la referida de Leopold entre otras matrices (Espinoza, 2001 y Vidal y Franco, 2009).

Con base en los recorridos realizados y a los cuestionarios aplicados, se identificaron algunas acciones generadoras de impacto en el área, las cuales se agruparon en las siguientes categorías:

- Urbanización: que incluye asentamientos irregulares, generación de residuos sólidos, y servicios públicos.
- Actividades de uso del parque: que incluye senderismo, fauna nociva, pastizal

inducido, pastoreo, agricultura, caza, actividades recreativas, vandalismo, extracción de vegetación, extracción de fauna e incendios.

- Actividades de manejo: que incluye educación ambiental, conservación de fauna, conservación de la flora, reforestación y control de incendios.

Por su parte, los elementos del ambiente susceptibles de impacto se agruparon en: físicos, biológicos, socio-económicos y estéticos.

<b>MATRIZ TIPO LEOPOLD</b> Magnitud (-10 a-1 y de +1 a +10) Importancia (0 a 10) Sin interacción (')			ACTIVIDADES IMPACTANTES																						
			URBANIZACIÓN			ACTIVIDADES DE USO DEL PARQUE											ACTIVIDADES DE MANEJO								
			Asentamientos irregulares	Generación de residuos sólidos	Servicios públicos	Senderismo	Fauna nociva	Pastizal inducido	Pastoreo	Agricultura	Caza ilegal	Actividades recreativas	Vandalismo	Extracción de vegetación	Extracción de fauna	Extracción de leña	Incendios	Educación ambiental	Conservación de la fauna	Conservación de la flora	Reforestación	Control de incendios			
ELEMENTOS IMPACTABLES	FÍSICOS	SUELO	Compactación	-4/8	'	'	-7/6	'	'	-7/8	-5/6	'	-3/6	'	'	'	'	-3/5	'	'	+4/7	+5/7	'		
			Permeabilidad	-1/4	'	-2/1	-3/6	'	'	-7/6	-5/8	'	-3/3	'	'	1/2	'	'	'	'	'	+5/8	'	'	
			Perdida de cubierta vegetal	-3/10	-2/1	-2/3	-3/4	'	+6/5	-7/8	-4/8	'	-1/4	-2/5	-2/4	'	'	'	-8/9	+4/9	'	+8/9	+5/6	+8/9	
			Contaminación	-3/7	-7/10	-1/2	-6/2	'	'	'	-3/5	'	-7/7	-4/6	'	'	'	'	+7/10	'	'	'	'	+5/6	
			Carga orgánica	'	-4/1	'	'	'	+7/4	+3/5	'	'	'	'	-3/4	'	-3/5	+2/3	'	'	'	+4/4	+3/7	'	
			Formación y/o retención de suelo	-4/8	-2/3	'	-3/5	'	+5/8	-3/5	'	'	'	'	-3/5	'	-4/6	-7/8	'	'	'	+8/9	+5/8	'	'
	AGUA	SUPERFICIAL	Calidad	-4/5	-2/4	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	+5/9	'	'	'	
			Cause	'	'	'	'	'	'	'	-4/5	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
		SUBTERRÁNEA	Calidad	-4/6	-5/7	'	'	'	'	-4/6	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
			Recarga de los mantos freáticos	-4/7	-4/6	'	'	'	'	+2/3	-5/8	-3/5	'	'	'	'	-2/4	'	'	'	'	'	'	+7/9	'



BIOLÓGICOS	AIRE	Calidad	-3/5	-4/6	.	.	-5/8	+4/6	.	-3/4	.	.	.	-1/3	.	.	-7/7	+2/7	.	+7/9	+7/8	.		
		Compuestos orgánicos totales	.	-3/1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-1/2	.	.	.	.	.	.	.	+4/3	.
	FAUNA	Anfibios	Riqueza específica	-3/8	.	.	.	-6/3	.	-3/2	-3/5	.	.	-1/2	.	-5/3	.	-5/7	.	+2/4	+3/4	.	+6/7	.
			Abundancia	-5/7	-3/5	.	.	-2/5	+4/5	-5/7	-4/5	.	.	-3/4	-3/4	-5/6	.	-7/7	+2/5	+5/6	+7/7	.	.	.
			Distribución	-4/9	-2/4	-1/2	-3/5	-5/7	+4/4	-3/3	-5/6	.	-3/2	.	.	.	.	.	-3/6	.	+4/5	+4/4	.	.
		Reptiles	Riqueza específica	-3/5	-1/1	.	.	-3/4	.	-4/7	.	.	.	-5/6	-1/2	-5/6	.	-3/5	.	+3/6	+3/5	.	+5/8	.
			Abundancia	-2/5	-3/5	.	-2/3	-7/7	.	-5/7	-4/6	-7/6	.	-5/6	-5/7	-7/8	.	-7/8	+4/6	+7/8	+7/6	.	.	.
			Distribución	-3/4	-2/3	-7/8	-2/2	-2/2	.	.	.	.	-4/4	-5/4	.	.	.	-7/7	.	+5/6	+5/7	.	.	.
		Aves	Riqueza específica	-3/6	.	.	.	-5/7	+4/4	.	.	-5/6	.	-2/3	-1/1	-6/7	.	.	.	.	+3/5	+6/7	+6/3	.
			Abundancia	-2/4	-2/3	.	.	-5/6	.	-3/4	.	-7/8	.	.	-3/5	-7/8	.	-7/8	.	+5/6	+6/6	+7/6	+7/6	.
			Distribución	-3/4	.	.	-2/1	-6/7	+5/6	.	-7/6	.	-3/3	-3/2	.	-3/4	.	-7/3	.	+6/6	+5/6	+6/3	.	.
		Mamíferos	Riqueza específica	-5/7	.	.	.	-3/4	+5/5	-7/8	-5/7	-3/6	.	-1/3	.	-3/6	.	-7/6	+7/9	+7/7	+4/6	.	+3/5	.
			Abundancia	-5/7	-3/5	.	-4/5	-6/5	.	-7/8	-5/6	-5/7	.	-3/4	-4/5	-6/8	.	-7/8	.	+5/6	+6/7	.	+4/5	.
			Distribución	-4/10	-2/2	-7/7	-3/6	-3/4	.	-6/6	-7/6	.	-2/2	.	.	.	.	-7/8	.	+5/7	+5/6	.	+5/6	.
	Especies	Migratorias	-3/5	-1/2	.	.	-3/5	+4/5	.	.	-5/5	.	.	-2/1	-2/3	.	-3/4	+6/9	+6/7	+5/6	+6/5	.	.	
		Bajo protección	.	.	.	.	.	.	-4/7	.	-7/8	.	.	.	.	.	-7/8	.	+6/6	+6/7	.	.	.	
		Nativas	-5/10	-4/3	-5/5	-5/6	-7/7	-7/8	-7/8	-7/8	-5/5	.	-2/2	-6/7	-5/9	.	-6/9	+8/10	+6/8	+7/7	+4/6	+4/8	.	
	Hábitat	Modificación	-3/9	-5/6	-3/2	-7/6	-4/6	-8/8	-6/6	-5/7	.	-4/3	-1/1	-6/7	.	-3/5	-9/10	+6/7	.	.	.	-8/9	+7/7	
		Eliminación	-3/8	-3/1	-3/2	-4/5	-5/7	-3/5	-6/9	-5/9	.	-3/3	-1/1	-2/2	.	.	-8/10	.	.	.	.	.	+7/10	
	FLORA	Vegetación nativa	-5/8	-2/1	-3/5	-3/2	-7/10	-5/6	-7/9	-7/8	.	.	-7/8	-7/7	.	-4/6	-7/9	+5/10	.	+7/7	-7/10	+6/9	.	
		Estado fitosanitario	-3/4	-3/4	.	.	-7/10	-4/3	-2/1	-5/6	.	.	-4/8	.	.	.	-8/9	.	.	+3/5	-5/8	+7/9	.	
		Riqueza	-3/2	-2/1	.	.	-4/4	-4/4	-1/1	-5/6	.	.	.	-7/4	.	.	-5/5	.	.	+4/6	-6/8	.	.	
	SOCIOECONÓMICOS	Población	-3/2	-4/9	+5/10	+3/3	-4/5	.	+5/8	+6/6	.	+4/7	-7/7	.	.	+4/5	-5/6	+5/10	.	+4/5	.	+4/8	.	
		Calidad de vida	-4/7	-5/7	+5/7	.	-4/4	.	+5/7	+5/6	.	+7/9	-4/5	-3/5	.	.	-7/9	+5/7	+3/6	+7/7	+5/7	+5/6	.	

ESTÉTICOS	Salud	-4/8	-5/3	+4/7	.	-4/6	.	-4/8	.	.	+4/7	.	.	.	.	-5/8	.	.	+5/5	.	+4/6
	Empleo	.	+3/6	+4/8	.	.	.	.	.	.	+4/8	.	-1/1	-1/1	.	.	+3/6	.	.	.	.
	Paisaje	-5/10	-7/8	.	-7/7	-3/4	+4/3	-7/6	-5/6	.	+3/2	-3/6	-3/3	-2/3	.	-8/10	+5/8	+5/6	+7/9	+5/6	+7/10
Impactos Significativos Negativos		0	2	2	4	7	2	11	4	3	1	2	4	4	0	20	0	0	0	3	0
Impactos Significativos Positivos		0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	6	14	5	8
Impactos No Significativos		32	27	12	13	17	14	16	19	5	14	17	19	9	5	9	10	11	15	9	9
Total de Impactos		32	29	14	17	24	18	27	24	8	16	19	23	13	5	29	15	17	29	17	17

### Análisis de la matriz de impactos tipo Leopold

Los impactos se clasificaron en significativos y no significativos. Cuando el valor caía entre los rangos de +6 a +10 y de -6 a -10 se tomaron como impactos significativos, y como no significativos aquellos que tenían valores entre +1 a +5 y -1 a -5. De esta manera la matriz arrojó 393 interacciones en total, de las cuales 69 resultaron impactos significativos negativos, 42 fueron impactos significativos positivos y el resto, 282 fueron no significativos.

A continuación se describen las actividades generadoras de impacto:

- ❖ **Asentamientos irregulares.-** Pertenece a las actividades de Urbanización cuenta con 32 impactos de los cuales ninguno es significativo porque el área que ocupa esta actividad no es muy grande por lo cual la magnitud no sobrepasa los rangos de significancia, sin embargo la importancia de los impactos que genera, en algunas ocasiones alcanza los valores máximos.

Los asentamientos de carácter irregular que se encuentran dentro del área de estudio (Mapa 2, ver anexo 1) pertenecen a la localidad del antiguo basurero municipal “La Aurora” (imágenes 12 y 13). Mientras el basurero estaba en funcionamiento, las personas que trabajaban en este, establecieron sus casas en la periferia y cuando el basurero cerró los habitantes permanecieron allí. El área que ocupan dichos asentamientos pertenece al 1% del total del área de estudio, sin embargo su influencia puede verse más allá de su localización específica.



Imagen 12 y 13. Establecimientos irregulares que conforman la localidad “La Aurora”

La forma en que estos asentamientos afectan los elementos físicos del ambiente está directamente relacionada con la precariedad de sus condiciones, ya que al no contar con servicios urbanos como drenaje y recolección de basura, depositan sus desechos y aguas residuales directamente en el parque, afectando sobre todo a los cuerpos de agua cercanos (PMPESG), la mayoría de los asentamientos cuentan con luz eléctrica pero el suministro de este servicio también lo obtienen de forma irregular y usan los árboles como postes de luz afectando el valor estético y la salud de estos (imagen 14).

Por otro lado, las actividades humanas también impactan sobre los recursos bióticos en dos grandes vertientes: la modificación del hábitat y el uso directo de algunas especies. La primer



Imagen 14. Árboles usados como postes de luz.

vertiente ha generado el desplazamiento de muchas especies animales al eliminar la vegetación natural como los encinares hogar de *Sciurus aureogaster*; la segunda vertiente afecta principalmente a la vegetación nativa ya que los pobladores y visitantes extraen plantas medicinales y comestibles como es el caso de los cladodios y frutos de *Opuntia lasiacantha* y *O. streptacantha*.

Otro impacto muy notable causado por los asentamientos recae sobre el ambiente trasformando drásticamente el paisaje deteriorando así la belleza escénica del lugar. Es definitivo que el uso habitacional no debe permitirse en el parque, ya que precisamente otro de los efectos negativos que tienen los asentamientos irregulares es que tienden a crecer, ya sea por aumento natural de la población o porque los primeros fungen como puntos de condensación, atrayendo a más pobladores de fuera a construir sus habitaciones en el parque. Los intereses económicos, la especulación con los terrenos, así como falta de consistencia de las autoridades ha fomentado esta problemática.

- ❖ **Generación de Residuos sólidos.-** Esta actividad pertenece a las actividades de urbanización, cuenta con un total de 29 impactos, siendo la contaminación del suelo y el deterioro paisajístico los más significativos.

La contaminación del suelo por residuos sólidos se puede encontrar principalmente en las áreas de vegetación cercanas a los senderos y caminos pavimentados y en la periferia de las diferentes palapas (Imagen 15). Los residuos más comunes botellas y bolsas de plástico, latas y botellas de alcohol, utensilios desechables, prendas de vestir y zapatos. En las cercanías a los asentamientos humanos pudieron distinguirse otros tipos de residuos de dimensiones más grandes como por ejemplo muebles viejos y materiales de recicle con lo que están hechas la mayoría de las viviendas como tarimas, lonas, cartones, tablas, plásticos, estas zonas de tiraderos causan un impacto negativo en la estética del paisaje.



Imagen 15. Deterioro del paisaje por la presencia de residuos sólidos.

**Servicios públicos.-** En este impacto se englobaron los servicios de palapas con asador, caminos pavimentados, sanitarios, áreas de juegos infantiles y de ejercicio, es un impacto que pertenece a las actividades de urbanización, cuenta con un total de 14 impactos de los cuales 3 son positivos para la población pero no son significativos ya que un 85% de los visitantes encuestados dijo que el mantenimiento de dichos servicios es insuficiente o malo. Por otro lado estos servicios impactan significativa y negativamente sobre 2 elementos, la distribución de mamíferos y la distribución de reptiles ya que huyen de la presencia humana como *Sylvilagus floridanus* y *Barisia imbricata* respectivamente.

- ❖ **Senderismo.-** Esta actividad pertenece a las actividades de uso del parque, arroja un total de 17 impactos de los cuales 4 son impactos significativos negativos, que impactan mayormente sobre el suelo ya que el constante tránsito de los visitantes genera veredas o senderos que también son usados por el ganado posteriormente o viceversa, esto genera la compactación del suelo que conlleva a la pérdida de la cubierta vegetal y por consiguiente la erosión del suelo en dichos lugares. Por otro lado, también promueve la contaminación puesto que los visitantes muchas veces van dejando basura al paso que recorren dichos senderos.

A pesar de que el parque cuenta con áreas de recreo, de ejercicio y caminos pavimentados bien establecidos para que los visitantes realicen sus actividades, la mayoría de los visitantes y pobladores prefieren tomar atajos o explorar las montañas promoviendo la apertura de nuevos senderos cuya magnitud puede identificarse a simple vista desde una imagen satelital (ver anexo 1, mapa 3).

La generación de veredas inherentes a la práctica del senderismo causa una gran modificación en el hábitat puesto que al paso del tiempo las veredas se van ensanchando (imagen 16) y dividen el hábitat generando parches que en conjunto forman un paisaje fragmentado impactando así sobre la estética y sobre la ecología del lugar



Imagen 16. Sendero muy ensanchado que ha perdido la cubierta vegetal.

ya que interrumpe los corredores biológicos.

- ❖ **Fauna nociva.-** El término fauna nociva se refiere a todas aquellas especies de animales introducidas al parque ya sea directa o indirectamente por causa de las actividades humanas, siempre que estas especies no representen una fuente de sustento para los pobladores, por lo que el ganado y los animales de corral, pese a los efectos nocivos que puedan tener sobre los componentes ambientales no se incluyen en esta denominación (Cuevas, 2010). Este tipo de fauna es producto de las actividades de uso del parque, cuenta con 24 impactos de los cuales 7 son significativamente negativos.

La fauna nociva en el área está integrada básicamente por plagas forestales (insectos), perros, gatos, tanto domésticos como ferales (imágenes 17 y 18) y aves introducidas (*Columba livia* y *Passer domesticus*).



Imagen 17. Gato feral establecido dentro del parque



Imagen 18. Jauría de perros domésticos

La fauna autóctona es afectada de múltiples formas por la presencia de especies introducidas. En el caso de las aves nativas, estas se ven afectadas por el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) pues se ha documentado que compite por el alimento y sitios de anidación con otras especies, aunque se encuentra principalmente en ambientes urbanos y la paloma doméstica (*Columba livia*) puede transmitir enfermedades a otras especies de aves (CANEI, 2010). Sin embargo, el área de distribución de estas especies está fuertemente ligada a los asentamientos humanos, por lo que su acción es restringida hacia los límites del parque con la zona urbana.



Imagen 19. Conchuela del eucalipto (*Glycapsis brimblecombei*)

Por otro lado las jaurías de perros ferales ataca a especies silvestres como zorras, conejos, a la escasa fauna que aún pervive en la zona, y al ganado que llega a internarse en la sierra es perseguido y atacado por perros (Villavicencio, 2007), por lo que es necesario realizar un control de estas especies nocivas.

Finalmente en lo que respecta a la sanidad forestal, se detectaron varias plagas cuya mayor incidencia se presentó en áreas de reforestación siendo las especies exóticas las más atacadas como por ejemplo el eucalipto, atacado por *Glycapsis brimblecombei* (Imagen 19).

Otra plaga muy importante a la cual se le dirigió especial atención por su magnitud y porque ataca al Cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), árbol que tiene gran presencia en el parque por ser utilizado en las reforestaciones, es *Phloesinus baumannii* un coleóptero descortezador que en periodos de sequía incrementan sus poblaciones y pueden alcanzar niveles tan altos que logran infestar y matar árboles de cualquier tamaño (Cibrián, 1998).

La hembra y el macho se introducen por las hendiduras de la corteza hasta llegar a la zona de floema y cambium hacen una cámara nupcial en la cual barrenan una galería ascendente de 3 a 5 cm y de 1.5 mm de ancho; los huevecillos son depositados a ambos lados de dicha galería en nichos individuales. Cuando las larvas emergen consumen el floema haciendo galerías que parten de la galería materna en sentido transversal (Imagen 20), varían de 1 a 3 cm de longitud y son más anchas al final, en donde hacen la cámara de pupación muy marcada en la madera (Cibrián *et al.* 1995). Al emerger los nuevos adultos hacen orificios que quedan marcados en las placas de



Imagen 20. Galerías formadas por larvas de *Phloesinus baumannii*



Imagen 21. Orificio de Salida de los descortezadores adultos



Imagen 22. Árbol resinando como defensa del ataque



Imagen 23. Muerte de Cupressus por el ataque de *Phloeosinus baumannii*

corteza, nunca en las hendiduras (Imagen 21) (Cibrián, 1998).

Durante los recorridos pudo observarse que la mayoría de los cedros ya habían fenecido por el ataque y los restantes presentaban indicios de la entrada del descortezador. Los árboles atacados se reconocen por el cambio de color en el follaje de verde a café rojizo y por la presencia de grumos o gotas de resina en la corteza (Imagen 22).

Al parecer los daños de esta plaga no se remite solamente al área de estudio ya que Vela *et al.* (2004) también reporta la muerte en la mayor parte de organismos de *Cupressus sp.* presentes en su punto de muestreo, ubicado en el cerro conocido como “El Fraile” que se encuentra al sureste de la S. de Guadalupe; aunque no menciona el porqué de estos hechos es muy probable que se deba al coleóptero debido a la forma en que se van extendiendo; ataca a un árbol y después se establece en los arboles periféricos (imagen 23), lo cual explica el deceso de todos los cedros un mismo punto.

- ❖ **Pastizal inducido.-** Este impacto pertenece a las actividades de uso del parque, registró un total de 18 impactos de los cuales 2 son significativamente negativos y 2



más son positivos.

Este tipo de vegetación impacta de manera positiva en el suelo al proveerlo de una cubierta vegetal y evitando su erosión, como es bien sabido, los pastos se introdujeron intencionalmente por la disponibilidad de tecnologías para su cultivo y se han utilizado para el control de la erosión, la estabilización de orillas de carreteras y canales o para forraje de ganado (Arriaga *et al.* 2004).

Los pastizales también aportan una gran carga orgánica al suelo gracias a su rápido crecimiento y a la alta productividad de biomasa. Sin embargo, el éxito de su adaptación gracias a la similitud de condiciones climáticas entre las áreas de introducción y la distribución original, ha provocado una rápida dispersión en pocos años, en los que prácticamente ha reemplazado la cubierta vegetal nativa (Villaseñor y Magaña, 2006) trayendo la modificación del hábitat y el cambio de uso de suelo para fines ganaderos. De esta forma, el cambio de las condiciones naturales y la modificación del hábitat afectan directamente a la fauna nativa del ecosistema que se ve desplazada.

Por último los pastizales son las zonas de mayor presión y disturbio pues corren mayor riesgo de sufrir un incendio y de someterse al pastoreo o a la invasión ya que frecuentemente limita con áreas urbanas y es la más accesible.



Imagen 24 y 25. Pastizal inducido

- ❖ **Pastoreo.-** Es la actividad de subsistencia mayormente practicada por los pobladores por lo que cuenta con 27 impactos de los cuales 11 son significativos negativos. Después de los incendios forestales, es la actividad que más perjudica al ambiente. Los tipos de ganado que pueden distinguirse son ovino y equino, la ganadería que se

practica es de tipo extensivo. El pastoreo en forma extensiva tiene varios efectos en la estructura de los ecosistemas naturales: la remoción de la cubierta herbácea disminuye la capacidad de la vegetación para mantener la humedad, altera la estructura y composición del sotobosque provocando erosión y degradación del suelo (POET del Edo. de México).



Imágenes 26, 27, 28 y 29. Los diferentes tipos de ganados presentes en el área.

Por lo anterior es muy evidente que el recurso más afectado por esta actividad es el suelo, sufriendo la compactación y la erosión mediante el pisoteo constante y la eliminación de la cubierta vegetal (Imagen 30). Los distintos tipos de vegetación se ven afectados de diversas formas por el desarrollo pecuario: el encinar es sometido a la acción periódica del fuego para ser aprovechado con fines ganaderos, ya que de esta manera se favorece la producción de brotes tiernos de plantas herbáceas y arbustivas. Estos incendios se producen en el periodo más seco y caluroso del año, época en que más fácilmente se propagan los incendios y más necesario es el forraje. Bajo este mecanismo se convierten en zacatales secundarios, que a menudo resultan más útiles para los ganaderos que el bosque clímax mismo, por lo que el hombre



Imagen 30. Degradación del suelo por la compactación y la erosión

procura no permitir las condiciones óptimas para su restablecimiento.

La utilización más frecuente de los matorrales xerófilos es la que se practica a través de la ganadería, siendo las cabras los animales más comunes en estos ambientes. En cuanto al pastizal, el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo impiden muchas veces el buen desarrollo y la producción de las especies más nutritivas para el

ganado, propiciando el crecimiento de plantas que los animales no comen o que a menudo son venenosas (Rzedowski, 1978).

En consecuencia, los terrenos de esta manera degradados y constantemente sometidos al pastoreo intenso pierden la capacidad de absorber y almacenar eficientemente el agua de la lluvia; el escurrimiento predomina sobre la infiltración y comienza a desencadenarse una rápida erosión del suelo y hasta la misma roca madre, sobre todo en los casos en que ésta última es deleznable o poco consolidada (Rzedowski, 2005).

Para la fauna nativa, el ganado constituye una fuente de competencia en el caso de los herbívoros y por otro lado significa la eliminación sistemática de su hábitat mediante las acciones realizadas por los ganaderos para adecuar éste a los requerimientos del ganado. Todo lo cual recae negativamente en el paisaje.

- ❖ **Agricultura.-** Se encuentra entre las actividades de uso del parque, actualmente dicha actividad está a punto de desaparecer no solo del área si no del municipio ya que la población económicamente activa se está dedicando más al sector secundario y terciario que al primario y los suelos pasan de usos agrícolas a urbanos. Cuenta con 24 impactos de los cuales 4 resultaron significativos negativos y 1 significativo positivo.

Por un lado, la agricultura es una actividad que los lugareños practican con fines de

autoconsumo lo cual les da el beneficio de satisfacer ciertas necesidades, pero por otro lado dicha actividad afecta a la fauna nativa de un modo parecido al que lo hace la ganadería respecto a la preparación del terreno pues para dicho fin muchas veces deben llevarse a cabo incendios que eliminan la vegetación natural, lo cual también provoca la desaparición de especies animales o el cambio en su distribución, principalmente afecta al grupo de las aves y a algunos mamíferos.

- ❖ **Caza ilegal.-** Por caza ilegal se define a toda extracción de fauna en el área realizada únicamente con fines recreativos por individuos foráneos. Se encuentra dentro de las actividades de uso del parque y cuenta con 8 impactos de los cuales 3 son significativos negativos.

Afecta principalmente a los reptiles que por ser el grupo en el área con más especies dentro de alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 los hace más susceptibles de ser cazados. El saqueo de la fauna y la flora en la Sierra también fue constatado por el Dr. Fuentes que declara en un reportaje del UNIVERSAL (2012) lo siguiente:

*“los saqueadores profesionales se llevan biznagas para venderlas en Estados Unidos hasta en 30 dólares, así como víboras de cascabel, cincuates y lagartijas, entre ellas el falso camaleón”.*

El otro grupo afectado es el de las aves que usualmente son extraídas para venderlas en los mercados y tianguis de la zona urbana según algunos testimonios de los visitantes.



Imagen 31. Cartuchos disparados que se hallaron en el PESG

- ❖ **Actividades recreativas.-** Dentro de este grupo se incluyeron las actividades más comunes que la gente lleva a cabo dentro del parque como son: el ciclismo, actividades acuáticas (en temporada de lluvias cuando en el río lleva agua), día de campo, ejercicio y paseo de mascotas. Cuenta con 18 impactos de los cuales solo 1 es significativo positivo y 1 más es significativo negativo. El impacto positivo se da beneficiando la calidad de vida de los visitantes ya que el 100% de los encuestados afirmaron que poder esparcirse en áreas naturales como son la S. de Guadalupe mejora su calidad de vida y los hace sentirse bien. Sin embargo el impacto significativo negativo se ve en la contaminación del suelo ya que hay personas que al concluir sus actividades no deposita su basura en los sitios establecidos para dicho fin y en toda el área de estudio pueden verse, residuos de comida, botellas, latas, utensilios desechables etc.



Imágenes 32 y 33 Ciclismo y Ejercicio como parte de las actividades recreativas.

- ❖ **Vandalismo.-** Pertenece a las actividades de uso del parque, cuenta con 19 impactos de los cuales 2 corresponden a impactos significativos negativos y el resto a no significativos. Durante el trabajo de campo se registraron en múltiples ocasiones, evidencias de actos vandálicos contra la vegetación natural que en su mayoría pertenecen a las nopaleras, los agaves y el fuste de los árboles, al ser rotulados con objetos punzocortantes, dejándolos propensos a sufrir enfermedades. Los actos vandálicos también dañan la infraestructura del parque como son palapas sanitarios o las áreas de juegos infantiles afectando indirectamente a la población que los usa.

Por otro lado los visitantes también pueden verse afectados directamente al sufrir asaltos por parte de individuos que suben a las palapas más alejadas a ingerir bebidas alcohólicas y sustancias estupefacientes, a consecuencia de que no hay vigilancia.



Imágenes 34 y 35. Daños a la vegetación y a la infraestructura del parque a causa del vandalismo.

- ❖ **Extracción de vegetación.-** Esta dentro de las actividades de Uso de Parque cuenta con 4 impactos significativos negativos de un total de 23 impactos. Este impacto afecta a la vegetación nativa causando la disminución de la riqueza específica, principalmente afecta al grupo de los cactus que son los más extraídos. Aparte de los cactus también se extraen otras plantas por su uso como por ejemplo el: medicinal, ornamental, alimenticio, artesanal y para la obtención de fibras. Por otra parte como la vegetación afectada es la nativa, las especies de fauna también nativas, ligadas a esta también son impactadas negativamente.

Es importante contar con más personal de vigilancia y que se empleen estrategias para mantener bajo control este impacto ya que la extracción se reconoce como un factor de impacto global sobre la biodiversidad natural ubicándose así entre el primero y el tercer factor responsable de la extinción local de plantas o animales (Naranjo, 2009).

- ❖ **Extracción de fauna.-** Cuenta con 4 impactos significativos negativos de 13 en total y se encuentra dentro de las actividades de Uso del parque. Claramente los impactos recaen sobre la fauna disminuyendo sus poblaciones y extinguiendo del área a

algunas especies. Según datos de las encuestas algunos de los animales extraídos, ya sea para la alimentación o su venta, son: conejos (*Sylvilagus floridanus*), serpiente de cascabel (*Crotalus molossus*) y la calandria como *Icterus galbula*. Debido a que *Crotalus molossus* está sujeta a la categoría de especies bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es menester frenar su extracción de la Sierra y consignar a las autoridades correspondientes a los saqueadores en caso de ser capturados.

- ❖ **Extracción de leña.-** Esta actividad cuenta con 5 interacciones pero ninguna de ellas es significativa, pero, pese a que esta actividad se realice en baja escala, la recolección de árboles y ramas de árboles muertos o en pie para diversos usos es constante, lo cual implica que aun cuando no se extraiga en alto grado, generan presión en el recurso forestal. Las comunidades consideran indispensable el uso de árboles muertos y ramas secas como productos principales para realizar sus actividades diarias, quedando en segundo lugar los arboles vivos. Éste es ocupado para combustible, extracción de resina, construcción de cercas, viviendas, utensilios y muebles. Las familias en algunas comunidades llegan a ocupar de 4 a 15 árboles en promedio por año (Villavicencio, 2007).



Imágenes 36 y 37. Extracción de troncos y leña por parte de los visitantes del PESG.

- ❖ **Incendios.-** Se encuentran dentro de las Actividades de Uso del Parque, por lo que sólo se refiere a los incendios provocados por el hombre. Los incendios forestales son

la acción realizada dentro del área de estudio que presentó el mayor número de impactos negativos significativos con 20 interacciones de un total de 29.

De acuerdo con las respuestas obtenidas de los cuestionarios aplicadas a los guardabosques, la gran mayoría de los incendios son por causas antropogénicas ya sea por descuido o intencionalmente para fertilizar las tierras de cultivo o bien para cambiar el uso de suelo forestal hacia fines ganaderos y/o agrícolas, actividades que la gran mayoría de los pobladores realiza para autoconsumo según sus respuestas; esto concuerda con reportes estadísticos del POET del Edo. de México que confirman que la causa principal de los siniestros, sigue siendo la quema de pastos, acción derivada de las actividades ganaderas.

Los incendios forestales inducidos o naturales impactan en casi todos los recursos como: suelo, aire, biodiversidad de fauna y flora, de esta última, el impacto es grave por el daño directo y por la cadena de impactos que se originan al dañar a un solo elemento, por ejemplo el incendio de la vegetación, reduce significativamente el área arbolada, disminuyendo el hábitat de numerosas especies afectando así directa o indirectamente la abundancia y distribución de dichas especies.

Por otra parte los siniestros contribuyen de manera decisiva en la erosión, por un lado provocan la desaparición de la cubierta vegetal que protege el suelo y por otro lado la disminución de los contenidos en nitrógeno y materia orgánica, este último elemento es esencial en la estructura del suelo, todo favorece la acción de los agentes erosivos y trae consigo un empobrecimiento general en los suelos, con una pérdida de la productividad de los terrenos agrícolas y forestales (Espinosa, 2010). Por lo antes mencionado es claro que los incendios son devastadores para el medio ambiente y la biodiversidad, pueden acabar con hectáreas de Bosques arrastrando consecuencias mayores. A principios de Abril del 2013 gran parte del área de estudio sufrió incendios muy importantes afectando a todos los tipos de vegetación puede concluirse que el personal para el control de incendio con el que cuenta la administración del parque es insuficiente y la vigilancia para que estos se eviten también es deficiente.





Imágenes 38, 39, 40 y 41. Vegetación de: Bosque de Eucalipto, B. de Encino, B. de Pino y Pastizal, respectivamente quemada por el incendio de Abril, 2013.

- ❖ **Educación ambiental.-** Se encuentra dentro de las Actividades de Manejo del Parque, cuenta con 15 interacciones, de las cuales 5 son significativas positivas. En el área de estudio las clases y actividades realizadas para dicho fin, corren a cuenta del Centro ecoturístico y de Educación Ambiental Sierra de Guadalupe (C.E.E.A.S.G.). En la entidad se padece una problemática ambiental a causa de la falta de conciencia y conocimiento, lo que ocasiona la inadecuada disposición de los residuos sólidos, mal uso y descuido de los recursos agua y suelo, fuertes emisiones de contaminantes y la pérdida de flora y fauna principalmente, pero cumpliéndose los objetivos del C.E.E.A.S.G. que básicamente son: inculcar conciencia en la población, acerca del cuidado y conservación del medio ambiente, a corto y largo plazo podrán verse los beneficios de usar racionalmente los recursos naturales y conservar las pocas Áreas naturales que quedan.

El Centro, cuenta con actividades como: conferencias, cursos-taller, ecotecnias, cursos, exposiciones itinerantes, así como exposiciones permanentes, entre las que destacan la exposición fotográfica de Paisajes de Sierra de Guadalupe (Imagen 41), Aves disecadas, plantas ornamentales, flores silvestres y cactáceas, como parte del programa de educación ambiental y conservación de la S. de Guadalupe.

El C.E.E.A.S.G. también cuenta con actividades en donde el visitante tiene la oportunidad de estar en contacto con la naturaleza tales como: senderismo, visitas guiadas, jornadas comunitarias de reforestación, jornadas de limpieza y mantenimiento, recolección de germoplasma y prácticas en el invernadero.



Imagen 42. Área de exposición fotográfica y aula para los cursos de educación ambiental

- ❖ **Conservación de la Fauna.-** Se encuentra dentro de las Actividades de Manejo del PESG, arrojó un total de 17 interacciones y 6 de ellas pertenecen a impactos positivos significativos, obviamente a favor de las especies faunísticas pero principalmente se benefician algunos mamíferos grandes que se han introducido en varios exhibidores ubicados en los Centros ecoturístico de los municipios de Coacalco, Ecatepec y Tlalnepantla. En el centro correspondiente a Coacalco se encuentra el exhibidor de venados cola blanca, el resto pueden encontrarse Bisontes, Pecaris y Nilgos como parte del programa de conservación de especies animales con categorías dentro de la NOM-059-ECOL-1994.



Imágenes 43, 44, 45 y 46. Área de exhibición de Fauna.

- ❖ **Conservación de la Flora.-** Se engloba en las Actividades de Manejo. Puesto que a la vegetación siempre están ligadas las especies animales, el buen desarrollo del suelo y la calidad del medio ambiente en general, conservarla tiene muchos impactos positivos en este caso presenta 14 impactos significativos de un total de 29, convirtiéndose así en la actividad más benéfica.

Por un lado la conservación de la flora favorece a que no se pierda la cobertura vegetal del suelo al mismo tiempo que lo retiene y ayuda a su formación además también evita que se erosione, y por el otro lado favorece a la recarga de mantos acuíferos y a mejorar la calidad del aire.

Por otro lado al generar microclimas genera que halla las condiciones adecuadas para el desarrollo de cierto grupo de animales como los anfibios ya que la vegetación aumenta la humedad relativa del aire, aparte de los anfibios los grupos restantes de animales (reptiles, aves y mamíferos), también se ven favorecidos cuando se conserva la vegetación pues estos la ocupan como hábitat, alimentación, escondite, criaderos, etc.

El C.E.E.A.S.G. cuenta con la instalación de un invernadero donde se propagan plantas para las jardineras de la áreas recreativas y también llevan a cabo funciones de recolecta de germoplasma forestal.



Imágenes 47 y 48. Vivero del C.E.E.A.S.G

- ❖ **Reforestación.-** Se encuentra dentro de las Actividades de manejo del PESG, cuenta con un total de 19 interacciones de las cuales, 5 pertenecen a impactos positivos significativos y 3 a impactos negativos significativos. Las especies más usadas para reforestar actualmente son: *Cupressus lindleyi*, *Casuarina equisetifolia*, *Pinus cembroides* y *P. greggii*.

Los impactos positivos, son a favor de la calidad del aire ya que la vegetación atrapa partículas suspendidas disminuyendo así el nivel de contaminantes. Por otro lado las aves son, de la fauna, el grupo más beneficiado ya que muchas de estas son migratorias, que han encontrado en las especies vegetales introducidas nuevos hábitats que les ha permitido subsistir (Vela, 2004), lo cual aumenta la riqueza específica, la distribución y abundancia de las aves.

Los impactos negativos recaen en la modificación del hábitat ya que las especies con las que se reforesta son exóticas y además pueden llegar a desplazar a las que sí lo son por cambiar las condiciones del suelo, por ejemplo se ha registrado que la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), han empobrecido la calidad de hábitats nativos, alterado la disponibilidad de recursos hídricos y han causado problemas de salud en humanos, por otra parte, la casuarina

también altera la química del suelo y por lo tanto las condiciones en las que se desarrollan las especies nativas (CANEI, 2010).

Algunos malos aspectos observados en el transcurso del estudio en cuanto a prácticas de reforestación, son que las actividades de reforestación son incipientes, ya que no se cuenta con un seguimiento y cuidado de las especies plantadas (POET Edo. de México) por lo que se pudieron observar pequeños árboles secos y otros acamados. Otro mal aspecto es que las reforestaciones son por monocultivo lo cual propicia que si un árbol es atacado por plagas, estas se expandan fácilmente como pasó con *Cupressus lindleyi*.

Además la siembra en monocultivos también puede ser perjudicial cuando ocurren los incendios porque la vegetación tiene las mismas características, un ejemplo bien claro pudo observarse en el siniestro más reciente (Abril del 2013), donde toda el área de los pinos se quemó rápidamente por la presencia de sus resinas.

La reforestación es muy importante y aporta numerosos beneficios a los hombres y al ambiente, pero es necesario implementar planes en donde se ocupen a las especies nativas de cada área para no modificar las condiciones naturales y también es menester que una vez plantados los arbolitos se siga un mantenimiento adecuado para aumentar el porcentaje de supervivencia.

- ❖ **Control de incendios.-** Esta actividad arrojó 17 interacciones donde 8 de estas son positivas significativas. Para controlar los incendios el C.E.E.A.S.G. cuenta con una sala de video monitoreo, que observa zonas específicas de la S. de Guadalupe que no pueden verse a simple vista para detectar oportunamente los incendios. Las brigadas encargadas de prevenir y combatir los incendios llevan a cabo actividades preventivas como son: apertura y mantenimiento de brechas corta fuego, quemas controladas, líneas negras, podas y cajeteo.

Al realizarse correctamente estas actividades, los beneficios pueden verse principalmente en el paisaje, después propician al buen estado fitosanitario de la vegetación y último mantiene a la fauna del sitio al no eliminar su hábitat.

No hay duda de que las brigadas contra incendio realizan su trabajo, pero por lo que se ha visto, el personal no es el suficiente para controlar la rápida expansión de un siniestro. Es por esto que deberían incrementarse los esfuerzos para concientizar a la gente de no llevar a cabo actos inconvenientes que puedan iniciar un incendio así como también incrementar el equipo tecnológico, las pipas y el personal de vigilancia y de las brigadas contra incendio en la S. de Guadalupe.

## 7.2. Matriz de Mac Harg

El método de Mc Harg (1969) se considera un método para la evolución de inventarios.

Considera las resistencias para cada uno de los elementos e incluye:

- El Grado de Resistencia. Hace referencia a la obstrucción o permisión de la realización del impacto. Se considera como una actividad con obstrucción la que perjudique de alguna manera la integridad de los componentes más importantes del ecosistema, tomando en cuenta a las especies de flora y fauna que se encuentran bajo algún grado de protección incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es decir, aquellas en peligro de extinción, amenazadas o en riesgo; hasta el grado de resistencia considerado como muy débil, en el cual el impacto es muy poco significativo y no altera o perjudica de algún modo la integridad del ambiente.
- Perturbación del Elemento. Mide la probabilidad de daño a los elementos ambientales evaluándolos en Alto, Medio o Bajo; sobre todo de aquellas actividades o circunstancias no periódicas pero que pueden ser de excepcional gravedad.
- Magnitud del Impacto. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto en el mosaico espacial y puede ser localizado o extensivo en relación al área de influencia del impacto. Debido a la existencia de este mosaico, éste no siempre tendrá relación lineal con la distancia a la fuente de impacto.
- Carácter del Impacto. Hace referencia a su consideración con respecto al estado previo a la acción e indica si la pérdida de calidad en el factor ambiental puede ser recu-

perable o irrecuperable, tomando en cuenta la posibilidad o imposibilidad de retornar a la situación previa a la actividad. De esta manera se habla de impactos reversibles e irreversibles.

- **Importancia del Impacto.** Describe la suma de las evaluaciones de las acciones generadoras de impactos identificados para la zona, determinándolos como mayor, medio, menor y nulo.

Para la elaboración de la matriz de Mc Harg se tomaron los impactos que resultaron con 4 o más impactos significativos de la matriz tipo Leopold; estos impactos son: incendios, senderismo, fauna nociva, pastoreo, agricultura, extracción de vegetación, extracción de fauna, educación ambiental, conservación de la fauna, conservación de la flora, reforestación y control de incendios.

Simbología ⊕ Impactos positivos ♣ Grado de Resistencia « Importancia del impacto ♦ Perturbación del elemento □ Magnitud del impacto ↑ Carácter de impacto				Grado de Resistencia						Perturbación del elemento			Magnitud del impacto			Carácter del impacto		Importancia del impacto							
				Obstrucción	Muy grande	Grande	Media	Débil	Muy débil	Alta	Media	Baja	Regional	Local	Puntual	Reversible	Irreversible	Mayor	Medio	Menor	Nulo				
ACTIVIDADES DE USO DEL PARQUE	SENDERISMO	Apertura de senderos	Fauna				♣				♦							↑				«			
			Vegetación				♣					♦								↑				«	
			Modificación del hábitat								♦				□						↑		«		
			Deterioro del Paisaje								♦				□						↑		«		
	Suelo	Compactación										♦		□						↑		«			
		Erosión										♦		□						↑		«			
		Contaminación										♦		□						↑		«			
	FAUNA NOCIVA	Especies faunísticas	Riqueza específica									♦		□						↑			«		
			Abundancia										♦		□						↑			«	
			Distribución										♦		□						↑		«		
			Nativas										♦		□						↑		«		
			Migratorias										♦		□						↑			«	
	Flora	Vegetación nativa												□						↑			«		

		Estado fitosanitario	♣					♦		□		↑		«				
PASTOREO	Cambio de uso de suelo	Vegetación		♣				♦		□		↑		«				
		Fauna			♣			♦		□			↑	«				
		Hábitat		♣				♦		□			↑	«				
		Paisaje	♣					♦		□		↑		«				
	Compactación del suelo	Permeabilidad		♣				♦		□			↑	«				
		Vegetación				♣		♦		□		↑		«				
	Perdida de la cubierta vegetal	Erosión				♣			♦		□			↑	«			
		Fauna				♣			♦		□			↑	«		«	
		Vegetación		♣					♦		□		↑		«			
		Hábitat				♣			♦		□			↑	«			
		Paisaje	♣					♦		□			↑	«				
AGRICULTURA	Cambio de uso de suelo	Vegetación					♣		♦		□	↑					«	
		Fauna					♣		♦		□		↑				«	
		Hábitat					♣			♦		□	↑					«
		Paisaje					♣			♦		□	↑					«
	Suelo	Erosión					♣			♦		□		↑				«
	Población	Autoconsumo		♣					♦		□	↑						«
			☺							☺		↑						
EXTRACCIÓN DE LA VEGETACIÓN	Agua	Recarga de mantos freáticos					♣		♦		□	↑					«	
	Flora	Riqueza específica					♣		♦		□		↑				«	
		Vegetación nativa					♣		♦		□	↑					«	
	Fauna	Abundancia					♣		♦		□		↑				«	
Hábitat	Modificación					♣		♦		□	↑					«		
EXTRACCIÓN DE LA FAUNA	Especies	Abundancia					♣		♦		□		↑				«	
		Riqueza específica					♣		♦		□		↑				«	
		Distribución					♣			♦		□		↑			«	
INCENDIOS	Perdida de la vegetación	Formación de suelo					♣		♦		□		↑				«	
		Recarga de mantos freáticos					♣		♦		□		↑				«	
		Flora	♣						♦		□		↑				«	
		Fauna		♣					♦		□		↑				«	
		Hábitat	♣						♦		□			↑	«			
		Paisaje	♣						♦		□		↑				«	
	Hábitat	Modificación	♣						♦		□			↑	«			
		Eliminación	♣						♦		□			↑	«			
	Suelo	Erosión						♣		♦		□		↑				«
Estructura							♣		♦		□		↑				«	
Aire	Calidad		♣					♦		□			↑	«				



ACTIVIDADES DE MANEJO	EDUCACIÓN AMBIENTAL	Especies Faunísticas	Riqueza específica			♣			♦		□		↑		«			
			Abundancia		♣				♦		□		↑		«			
			Distribución	♣					♦		□		↑		«			
			Bajo protección		♣					♦		□		↑		«		
			Nativas			♣				♦		□		↑		«		
	CONSERVACIÓN DE LA FAUNA	Especies	Distribución				♣			♦		□		↑			«	
			Abundancia					♣		♦		□		↑			«	
			Riqueza específica				♣			♦		□		↑			«	
			Migratorias					♣			♦		□		↑			«
	CONSERVACIÓN DE LA FLORA	Suelo	Cubierta vegetal				♣			♦		□		↑			«	
			Formación de suelo				♣			♦		□		↑			«	
		Agua	Recarga de mantos freáticos				♣			♦		□		↑			«	
		Aire	Calidad				♣			♦		□		↑			«	
		Especies faunísticas	Riqueza específica				♣				♦		□		↑			«
			Abundancia				♣				♦		□		↑			«
			Distribución					♣			♦		□		↑			«
			Bajo protección					♣			♦		□		↑			«
			Nativas					♣			♦		□		↑			«
		Flora	Riqueza específica				♣				♦		□		↑			«
			Vegetación nativa					♣			♦		□		↑			«
Paisaje						♣				♦		□		↑			«	
REFORESTACIÓN	Suelo	Compactación				♣			♦		□		↑			«		
		Permeabilidad				♣			♦		□		↑			«		
		Erosión				♣			♦		□		↑			«		
		Cubierta vegetal				♣			♦		□		↑			«		
	Especies faunísticas	Riqueza específica				♣			♦		□		↑			«		

	Hábitat	Distribución			♣				◆	☉		□	☉	↑		«	☉				
		Abundancia			♣				◆	☉		□	☉		↑		«	☉			
		Migratorias			♣			◆	☉			□	☉		↑		«	☉			
	Flora	Modificación		♣				◆				□			↑		«				
		Vegetación nativa			♣			◆				□			↑			«	☉		
		Riqueza específica			♣			◆				□						«	☉		
	Paisaje				♣			◆	☉			□	☉		↑		«	☉			
	Control de incendios	Suelo	Estructura			♣			◆	☉		□	☉		↑		«	☉			
		Especies faunísticas	Riqueza específica			♣	☉			◆	☉		□	☉		↑		«	☉		
			Abundancia			♣			◆	☉			□	☉		↑				«	☉
Nativas					♣			◆	☉			□	☉		↑		«	☉			
Flora				♣			◆	☉			□	☉		↑		«	☉				
Hábitat				♣			◆	☉			□	☉		↑		«	☉				
Paisaje				♣			◆	☉			□	☉		↑		«	☉				

## Análisis de la Matriz de Mac Harg

### Senderismo

La apertura de senderos a causa de esta actividad mantiene sobre la modificación del hábitat y el deterioro del paisaje un grado de resistencia muy grande ya que una vez formadas las veredas no dejan de usarse y con el tiempo se intensifican más, de esta forma la perturbación hacia estos mismos elementos es alta y la magnitud del impacto puede verse a un nivel regional. Ya que el senderismo puede practicarse por todos y sin restricción de área en el parque, si no se toman medidas al respecto los impactos en el hábitat, el paisaje y el suelo pueden llegar a ser de carácter irreversible. Por lo anterior y debido a que se trata de un ANP, la importancia de este impacto se considera mayor sobre los elementos señalados.

### Fauna nociva

Posee un grado de resistencia media en la fauna y vegetación nativa, sin embargo para la salud fitosanitaria del arbolado de reforestación resulta con un grado de obstrucción ya que

las plagas impiden el buen desarrollo de estos y puede llegar a matar a las poblaciones. Fuera de esto, en su mayoría, la perturbación a los elementos es baja y solo alta en el estado fitosanitario. Por su parte los impactos son locales hasta el momento y se pueden revertir. El grado de importancia es mayor solo en las plagas forestales, y menor en el resto de la fauna nociva como las aves introducidas ya que estas no se extienden por toda el área de estudio, solo en los límites urbanos.

#### Pastoreo

La magnitud de los impactos provocados por el pastoreo puede verse a nivel regional puesto que es una actividad económica que se practica de manera extensiva en todas las partes que así sea posible. El pastoreo genera el mayor número de perturbaciones al elemento consideradas altas (10 de 11), particularmente sobre el suelo, el hábitat de la fauna, la riqueza florística, la vegetación natural y el paisaje, por lo que el grado de resistencia de estos mismos elementos será muy grande o de obstrucción. En algunos lugares la destrucción de la vegetación natural (bosque y matorral) a causa de esta actividad, con la consecuente eliminación del hábitat para la fauna y la belleza paisajística son ya de carácter irreversible, debido a la severidad con que se ha dañado el suelo.

#### Agricultura

La importancia de este impacto es menor ya que es una actividad que no se practica a gran escala, solo sirve para el autoconsumo de los pobladores lo cual hace que la magnitud sea local y la perturbación a los elementos como vegetación, suelo, fauna y paisaje sea baja con un grado de resistencia débil por no utilizarse pesticidas u otros químicos y no dejar daños significativos en el ambiente.

#### Extracción de la vegetación

La extracción de la vegetación tiene valores de perturbación del elemento en su mayoría bajos en lo que respecta a la fauna asociada a ella, porque lo más extraído por los pobladores son hierbas, sin embargo cuando se trata de la vegetación nativa y riqueza vegetal la perturbación sube a alta ya que se trata de cactus que son saqueados muy a

menudo. Si bien es cierto que la extracción de este recurso se da en lugares muy específicos, por lo que la amplitud de los impactos es puntual, el saqueo incontrolado de cactus puede extinguir a algunas especies de la sierra, disminuyendo la riqueza específica y el impacto sería irreversible.

#### Extracción de la fauna

Se tomó en cuenta el impacto sobre la distribución, la abundancia y la riqueza específica de los animales para lo cual los valores de perturbación del elemento resultan ser medios al igual que el grado de resistencia pero si se afecta la riqueza específica el carácter del impacto es irreversible ya que varias especies de reptiles están bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por otro lado la magnitud del impacto se registró de manera local.

#### Incendios

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

#### Educación ambiental

Intervienen en un grado medio sobre los elementos de manera positiva alentando al cuidado de la flora, fauna, paisaje y suelo, los efectos aún son locales, por lo cual es necesario seguir con el esfuerzo de todas las actividades realizadas para mejorar y preservar el ambiente y los recursos para lograr que el impacto sea regional.

### Conservación de la Fauna.

La conservación de la fauna cuenta con valores positivos de perturbación del elemento, pues al ser una medida para conservar la biodiversidad se han integrado programas de introducción de mamíferos, grupos de observación de aves, exposiciones de carteles de la herpetofauna del PESG todo ello para que la gente conozca la fauna y la cuide, es por esto que cuenta con valores medios de perturbación. Como los programas se llevan a cabo en el C.E.E.A.S.G. de Coacalco, el impacto es local.

### Conservación de la Flora

Para este caso los impactos son positivos, sobre la cubierta vegetal, la recarga de los mantos acuíferos, la calidad del aire y el paisaje, la perturbación del elemento es alta, y media en la flora, fauna y formación de suelo. El cuidado de la vegetación tiene una magnitud local, los beneficios de conservarla nos proporcionan muchos servicios ambientales además de que al cuidarla también se protege a la fauna relacionada a ella, pero si las acciones de esta actividad se descuidan los impactos benéficos pueden ser reversibles.

### Reforestación

La reforestación cuenta con valores positivos de perturbación del elemento en un grado alto sobre lo que es la cubierta vegetal del suelo y el hábitat de especies migratorias pero cuenta con valores negativos en lo que respecta a la modificación del hábitat y la vegetación nativa ya que las especies exóticas con las que se reforesta desplazan a la vegetación nativa haciendo que la vegetación del PEPG cada vez luzca menos a la original.

Por otro lado, las reforestaciones realizadas abarcan una porción pequeña del área, restringida a los alrededores de los caminos pavimentados y áreas recreativas por lo que los valores de amplitud del impacto son locales. Por lo anterior la importancia del impacto resulta mediana para el hábitat de la fauna, especialmente para las aves, el paisaje, y la compactación y permeabilidad del suelo, y mayor para evitar la erosión del mismo. Al igual que todas las actividades de manejo, la reforestación es un impacto reversible, ya que sus beneficios ambientales sólo serán significativos si se realizan con planeación a largo plazo y tienen seguimiento. Por ahora estos beneficios son importantes, pero resultan insuficientes,

por lo que es fundamental la continuación de esta actividad con los cambios pertinentes de operación y con las mejoras técnicas necesarias para maximizar sus beneficios en el área.

#### Control de incendios.

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

### **7.3. Redes de Sorensen**

Este método establece la relación causa-condición–efecto y tiene como finalidad reconocer una serie de impactos mayores en una acción de proyección futura. En la red o árbol se expresan los mayores impactos adicionando efectos de tipo secundario, terciario y cuaternario.

Posteriormente se estima la probabilidad de ocurrencia, asignando un valor de 0 a 1, donde 0 indica que no es probable que el evento ocurra, y 1 indica que es 100% probable de que ocurra. Se asigna una magnitud de -10 a +10, y se incorpora un criterio de importancia de 0 a 10, donde 0 indica que la importancia es irrelevante o la acción generadora de impacto es no significativa y 10 que indica que la importancia es alta o la acción que provoca el impacto es altamente significativa. Después, de cada rama, se registra el impacto pesado que se obtiene de la multiplicación de la ocurrencia del impacto por el impacto total de la rama, posteriormente se suman todos los valores de impacto pesado de cada rama, la cual puede ser positiva o negativa (Sosa, 2007).

Para la elaboración de las redes de Sorensen se tomaron las actividades generadoras de impacto más significativas de acuerdo con los resultados de las matrices tipo Leopold y Mac Harg.

Primario	Secundario	Terciario	Cuaternario	Claves
<b>INCENDIOS</b>	Pérdida de vegetación	Disminución en la recarga de mantos acuíferos	Pérdida de los recursos hidrológicos locales	I.A.1.1
		Pérdida de especies nativas	Disminución en la Riqueza específica	I.A.2.1
		Falta de humedad en el ambiente	Modificación del microclima	I.A.3.1
			Afectación a los anfibios	I.A.3.2
		Disminución del contenido en nitrógeno y materia orgánica en el suelo	No formación ni consolidación de los agregados	I.A.4.1
	Detención en la captación de partículas	Mayor contaminación en el aire	I.A.5.1	
	Eliminación del hábitat	Extinción local de especies faunísticas	Pérdida de la biodiversidad	I.B.1.1
	Emisión de partículas suspendidas y gases	Mala calidad del aire	Afección a la salud humana	I.C.1.1
	Daños al arbolado	Aumento de enfermedades y ataque de plagas forestales	Muerte del arbolado	I.D.1.1
Deterioro del paisaje	Pérdida del valor estético	Colapso del turismo en la zona	I.E.1.1	
<b>PASTOREO</b>	Afectación sobre el suelo	Compactación	Permeabilidad nula	II.F.1.1
		Pérdida de la cubierta vegetal	Mayor impacto de la lluvia contra el suelo	II.F.2.1
			Anulación de la retención de suelo	II.F.2.2
			Erosión del suelo	II.F.2.3
	Remoción de áreas boscosas	Introducción de pastizales	Aumento de riesgo de incendio	II.G.1.1
	Suelos desnudos	Aumento de la escorrentía superficial	Inundación de las zonas urbanas bajas	II.H.1.1
			Azolve de los ríos por el arrastre de rocas y suelo	II.H.1.2
	Modificación del hábitat	Cambio en la distribución de la fauna	Mayor competencia por los recursos	II.I.1.1
Empleo	Aumento del ingreso económico	Mejor calidad de vida	II.J.1.1	
<b>SENDERISMO</b>	Creación de nuevos caminos	Fragmentación del hábitat	Interrupción de corredores biológicos	III. K.1.1
		Mayor tránsito de visitantes	Generación de basura	III. K.2.1
<b>REFORESTACIÓN</b>	Aumento de la vegetación	Aporte de materia orgánica	Generación de agregados y una buena estructura del suelo	IV. L.1.1
		Mayor biomasa de raíces	Se retiene el suelo	IV.L.2.1

			Revierte la compactación del suelo	IV.L.2.2
		Hospedaje de aves migratorias	Incremento en la R. específica de la avifauna	IV.L.3.1
		Mayor infiltración del agua	Recarga del manto freático	IV.L.4.1
	Restauración del hábitat	Restitución en la distribución y abundancia de la fauna	Conservación de las especies	IV.M.1.1
<b>EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>	Conocimiento de los servicios ambientales	Cuidado de la flora	Protección y conservación de la flora nativa	V.N.1.1
		Cuidado de la Fauna	Conservación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	V.N.1.2
	Aprovechamiento racional y sustentable de los R.N.	Preservación de los recursos naturales	Mitigación de problemas ecológicos y ambientales	V.O.1.1

	IMPACTOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
INCENDIOS	Incendios	0.9	-9	10
	Perdida de vegetación	0.8	-8	10
	Disminución en la recarga de mantos acuíferos	0.5	-5	8
	Perdida de los recursos hidrológicos locales	0.5	-5	9
	Perdida de especies nativas	0.6	-8	7
	Disminución en la Riqueza específica	0.4	-6	6
	Falta de humedad en el ambiente	0.6	-5	6
	Modificación del microclima	0.3	-2	4
	Afectación a los anfibios	0.6	-5	6
	Disminución del contenido en nitrógeno y materia orgánica en el suelo	0.4	-5	6
	No formación ni consolidación de los agregados	0.6	-2	4
	Detención en la captación de partículas	0.7	-6	8
	Mayor contaminación en el aire	0.7	-8	9
	Eliminación del hábitat	0.7	-8	10
	Extinción local de especies faunísticas	0.4	-4	8
	Perdida de la biodiversidad	0.6	-6	8
	Emisión de partículas suspendidas y gases	0.7	-8	7
	Mala calidad del aire	0.7	-5	6



	Afección a la salud humana	0.5	-5	6
	Daños al arbolado	0.8	-7	7
	Aumento de enfermedades y ataque de plagas forestales	0.8	-6	7
	Muerte del arbolado	0.7	-5	6
	Deterioro del paisaje	0.8	-8	10
	Pérdida del valor estético	0.6	-6	7
	Colapso del turismo en la zona	0.3	-4	5
PASTOREO	Pastoreo	1	-7	9
	Afectación sobre el suelo	0.8	-7	9
	Compactación	0.9	-6	7
	Permeabilidad nula	0.5	-4	6
	Perdida de la cubierta vegetal	0.6	-5	7
	Mayor impacto de la lluvia contra el suelo	0.5	-4	5
	Anulación de la retención de suelo	0.4	-5	6
	Erosión del suelo	0.8	-6	8
	Remoción de áreas boscosas	0.6	-7	9
	Introducción de pastizales	0.9	-6	7
	Aumento de riesgo de incendio	1	-7	8
	Suelos desnudos	0.5	-5	7
	Aumento de la escorrentía superficial	0.5	-4	6
	Inundación de las zonas urbanas bajas	0.5	-6	7
	Azolve de los ríos por el arrastre de rocas y suelo	0.4	-4	5
	Modificación del hábitat	0.9	-7	9
	Cambio en la distribución de la fauna	0.4	-5	5
	Mayor competencia por los recursos	0.3	-3	4
	Empleo	0.8	5	6
	Aumento del ingreso económico	0.5	5	7
Mejor calidad de vida	0.4	4	7	
SENDERISMO	Senderismo	1	-8	9
	Creación de nuevos caminos	0.8	-8	9
	Fragmentación del hábitat	0.6	-7	7
	Interrupción de corredores biológicos	0.4	-5	6
	Mayor tránsito de visitantes	0.7	-6	7
	Generación de basura	0.7	-5	6

REFORESTACIÓN	Reforestación	1	7	9
	Aumento de la vegetación	0.6	6	8
	Aporte de materia orgánica	0.5	6	6
	Generación de agregados y una buena estructura del suelo	0.5	4	6
	Mayor biomasa de raíces	0.5	4	5
	Se retiene el suelo	0.7	7	9
	Revierte la compactación del suelo	0.5	5	8
	Hospedaje de aves migratorias	0.6	7	6
	Incremento en la R. específica de la avifauna	0.4	5	5
	Mayor infiltración del agua	0.6	6	7
	Recarga del manto freático	0.5	5	8
	Restauración del hábitat	0.7	8	9
	Restitución en la distribución y abundancia de la fauna	0.3	4	6
	Conservación de las especies	0.4	5	7
EDUCACIÓN AMBIENTAL	Educación ambiental	1	7	8
	Conocimiento de los servicios ambientales	0.6	5	9
	Cuidado de la flora	0.5	6	10
	Protección y conservación de la flora nativa	0.6	7	10
	Cuidado de la Fauna	0.4	5	9
	Conservación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.5	5	10
	Aprovechamiento racional y sustentable	0.4	6	10
	Preservación de los recursos naturales	0.4	5	10
	Mitigación de problemas ambientales	0.6	6	10

Claves	Probabilidad de ocurrencia	Impacto total de la rama	Impacto pesado
<b>Incendios</b>			
I.A.1.1	0.18	-255	-45.9
I.A.2.1	0.17	-262	-44.54
I.A.3.1	0.13	-208	-27.04
I.A.3.2	0.26	-230	-59.8
I.A.4.1	0.17	-208	-35.36
I.A.5.1	0.35	-290	-101.5
I.B.1.1	0.15	-250	-37.5
I.C.1.1	0.22	-206	-45.32
I.D.1.1	0.4	-211	-84.4
I.E.1.1	0.13	-232	-30.16
<b>Pastoreo</b>			
II.F.1.1	0.36	-192	-69.12
II.F.2.1	0.024	-181	-4.344
II.F.2.2	0.19	-191	-36.29
II.F.2.3	0.38	-209	-79.42
II.G.1.1	0.54	-224	-120.96
II.H.1.1	0.13	-164	-21.32
II.H.1.2	0.1	-142	-14.2
II.I.1.1	0.11	-163	-17.93
II.J.1.1	0.16	30	4.8
<b>Senderismo</b>			
III. K.1.1	0.19	-223	-42.37
III. K.2.1	0.39	-216	-84.24
<b>Reforestación</b>			
IV. L.1.1	0.15	171	25.65
IV.L.2.1	0.21	194	40.74
IV.L.2.2	0.15	171	25.65
IV.L.3.1	0.14	178	24.92
IV.L.4.1	0.18	193	34.74
IV.M.1.1	0.8	194	155.2
<b>Educación ambiental</b>			
V.N.1.1	0.15	231	34.65
V.N.1.2	0.012	196	2.352
V.O.1.1	0.1	226	22.6
<b>Impacto Pesado total</b>			<b>-630.412</b>

## **Análisis de las Redes de Sorensen**

Al analizar el impacto ambiental por ramas se observa que se obtuvieron 30 ramas formadas a través de las redes, de las cuales 20 presentan un impacto pesado negativo y 10 un impacto pesado positivo.

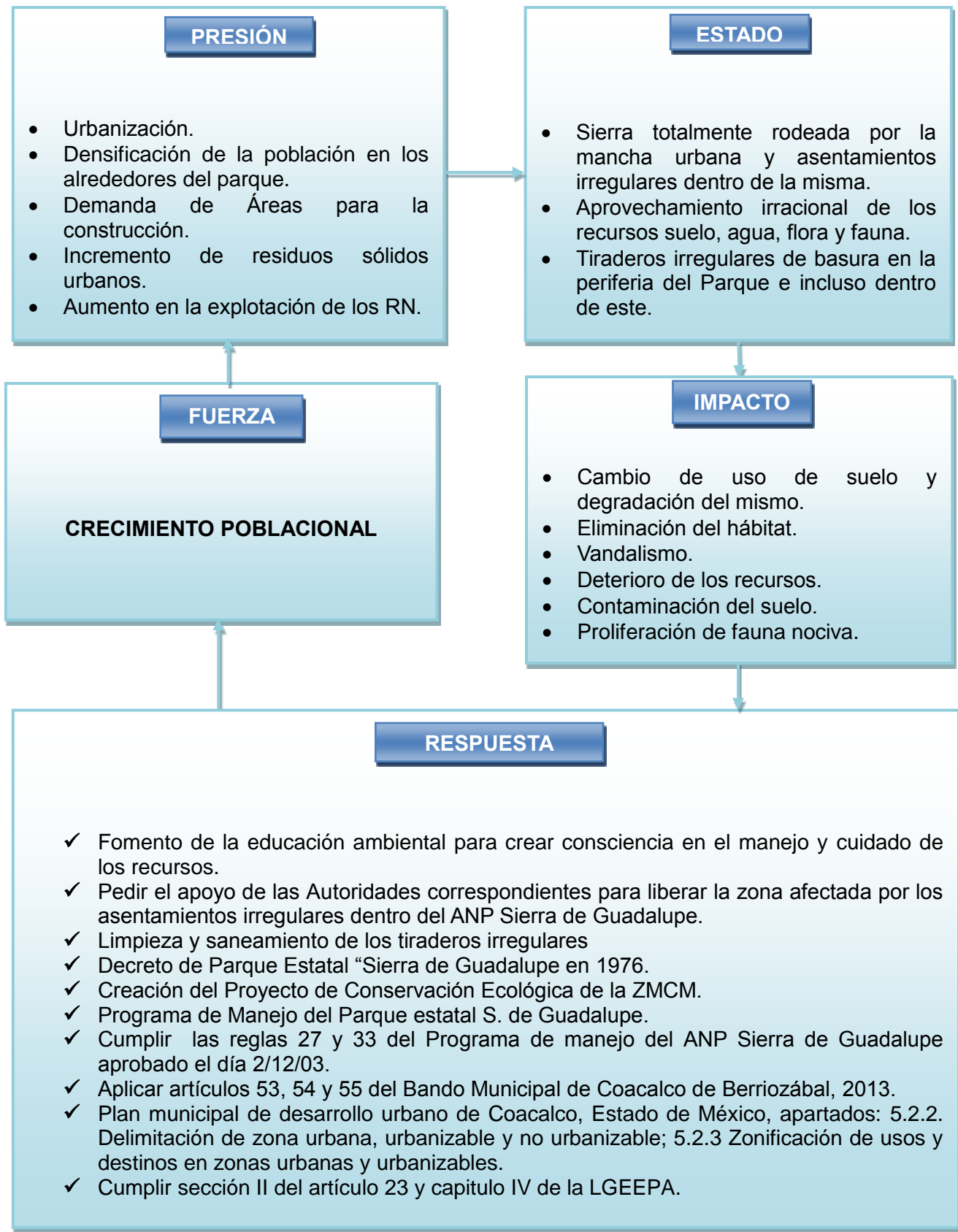
El cálculo del impacto ambiental ponderado fue de -630.412, lo cual nos indica que hay una alta presión en la parte de la Sierra de Guadalupe que corresponde al municipio de Coacalco ejercida por el pastoreo, los incendios y el senderismo.

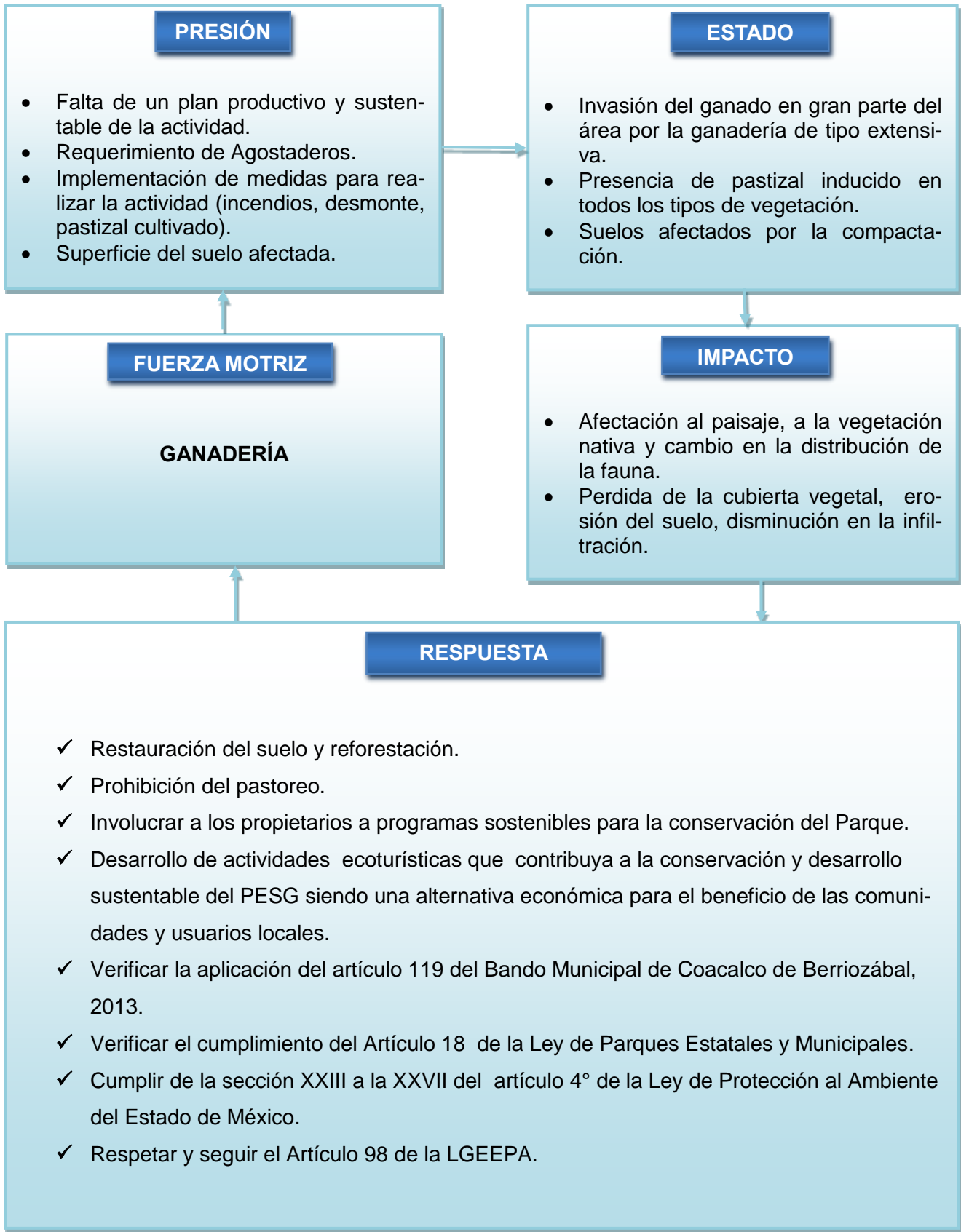
Los impactos positivos presentes en la zona, se deben a los esfuerzos realizados por la administración del Parque Estatal Sierra de Guadalupe como son: la reforestación, la cual propicia una buena estructura en el suelo además de revertir su compactación y frenar la erosión, por otra parte el incremento del área forestal promueve la recarga de los mantos acuíferos y mantiene especies de flora y fauna; la educación ambiental es otro impacto positivo que crea conciencia en la población sobre el cuidado del medio natural ya que da a conocer la importancia de proteger áreas naturales como la S. de Guadalupe junto con la flora y fauna que habita en ella y los servicios ambientales que nos brindan, también promueve a que los recursos naturales se usen de una manera razonable y sustentable e inculcar hábitos de no contaminación.

## 8. MODELO DPSIR

El modelo se fundamenta en una evolución secuencial en la que características naturales, el desarrollo social y el económico, originan **Presiones** en el medio, que dan lugar a una serie de cambios en el **Estado** del medio ambiente. Consecuencia de estos cambios es la aparición de **Impactos** sobre la salud, la disponibilidad de recursos, los ecosistemas naturales, etc. Motivado por esto, se producen una serie de **Respuestas** por parte de los agentes sociales y los poderes públicos destinadas a mejorar la gestión económica y social, a eliminar o reducir esas presiones, a restaurar y recuperar el estado del medio y las alteraciones derivadas de los impactos.

En el siguiente modelo se dan medidas de acción para minimizar los impactos producidos en La Sierra de Guadalupe en las inmediaciones de Parque Residencial Coacalco.









## 9. CONCLUSIONES

Las fuerzas motrices que generan presión en el medio son el Valor natural de la Sierra de Guadalupe, el Crecimiento poblacional y la Ganadería.

Las principales actividades generadores de impactos negativos en el ambiente y en los recursos son; los incendios, el pastoreo y el senderismo; le siguen la fauna nociva, la extracción de flora y fauna, la agricultura, los asentamientos irregulares y el vandalismo.

Los elementos más impactados son; el suelo, la vegetación por los incendios y el pisoteo constante y la Fauna que se ve afectada por la modificación y destrucción del hábitat.

Por otro lado las actividades que mayor benefician al medio, generando impactos positivos son; la reforestación con especies nativas, la educación ambiental y el control de incendios; seguidas de la conservación de flora y fauna.

El suelo del bosque sufre más riesgo de ser invadido por actividades ganaderas y agrícolas gracias a sus propiedades que propician el buen desarrollo de la vegetación. El suelo del matorral no se recomienda para uso ganadero por su alta susceptibilidad a la erosión y la agricultura debe llevarse a cabo con especies que puedan desarrollarse bajo las condiciones del lugar.

Existen muchas actividades incompatibles con las establecidas en el Programa de Manejo del PESG como son la mala disposición de los residuos sólidos, ganadería extensiva, asentamientos irregulares, entre otros, que deberán regularse y frenarse mediante proyectos especiales.

La zona de estudio y en General el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, a pesar de presentar diferentes niveles de intervención humana, brinda las condiciones mínimas necesarias para sustentar a un buen porcentaje de fauna entre ellos mamíferos medianos y pequeños, aves endémicas y reptiles que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se registraron 77 especies de plantas, 5 especies de Anfibios, 12 especies de reptiles de las cuales 7 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo las categorías de Protección especial y Amenazadas. Para el listado de la avifauna se registraron 42 especies

y 7 especies más para la lista de mamíferos.

Existe poco personal de vigilancia con escaso equipo que no permite un cuidado adecuado de los recursos del parque, ni facilita llevar a cabo programas efectivos de control de incendios que son frecuentes.

## 10. RECOMENDACIONES

### AGRICULTURA

- ✚ En el suelo del matorral cuya cubierta vegetal se ha perdido o es escasa, pueden realizarse plantaciones de maguey pulquero (*Agave salmiana* y *A. atrovirens.*) y nopaleras pues este tipo de vegetación puede prosperar bajo las características que el suelo presenta sin hacerle daño.

### REFORESTACIÓN Y MANEJO FORESTAL

- ✚ Reforestar con especies nativas de la zona como son *Quercus sp*, *Prosopis juliflora* *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri*, *Eysenhardtia polystachya*, *Opuntia sp.*, etc.
- ✚ Realizar colecta de semillas para su germinación en el vivero del PESG con el fin de contar con los arboles requeridos para la reforestación con especies nativas, esta colecta no deberá concentrarse en unos pocos árboles productores, si no que deberán tomarse simientes de muchos árboles y así evitar la endogamia que implicaría una progenie menos vigorosa. También es importante mencionar que durante las colectas solo deberá tomarse un porcentaje de las semillas (aproximadamente el 50%) y no todas con tal suerte que el resto dejado en campo sirva para continuar con los procesos ecológicos como la regeneración, la selección natural y las cadenas tróficas.
- ✚ En las zonas de pendientes más pronunciadas susceptibles a la erosión reforestar con *Quercus microphylla* pues tiene un efecto notable en la retención del suelo. En las áreas más propensas a los incendios forestales se recomienda reforestar con *Q. deserticola* y *Quercus frutex*. Este último prospera al reproducirse vegetativamente por sus partes subterráneas, formando clones que pueden abarcar varios metros de diámetro. Tal propiedad le confiere resistencia a los incendios forestales que frecuentemente se propagan en estas comunidades (González, 2003).

- ✚ Dejar una distancia mínima de 1.5 m y una distancia máxima de 3.5 entre cada árbol para proporcionar el espacio suficiente de su desarrollo y evitar la competencia por la luz, nutrientes y agua entre los árboles.
- ✚ No realizar plantaciones de monocultivo y evitar definitivamente la reforestación con eucalipto, casuarina y cedro blanco.
- ✚ En el límite de los asentamientos humanos no utilizar especies que sean aptas para la obtención de leña. Así como restringir el pastizal en zonas limítrofes al área urbana, con la finalidad de disminuir o dirigir selectivamente el pastoreo y restringir en lo posible el uso de los suelos para actividades agrícolas
- ✚ Para contrarrestar la fragmentación del hábitat, crear corredores biológicos, es decir, realizar conexiones entre fragmentos de bosque mediante plantaciones, esto permitirá incrementar el coeficiente forestal para que eventualmente la fauna pueda usar esos corredores.
- ✚ Para el saneamiento forestal llevar a cabo: poda de ramas y de puntas muertas, remoción de árboles dañados, transporte de trocería y ramas infestadas de cedro blanco a un sitio de tratamiento, lavado de follaje y riego continuo, protección del arbolado y aplicación de fungicidas al suelo.
- ✚ Para el control de las plagas forestales se recomienda aplicar caldo ceniza y aceites esenciales para reducir el nivel de infestación, así como la aplicación de hongos Entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizum anisopliae* ya que estas especies infectan cerca de 100 especies diferentes de insectos correspondientes a varios ordenes (Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera y Homoptera) con un alto grado de efectividad (García *et al.* 2008) además de que no contaminan el medio ambiente, no son tóxicos para los humanos y no desarrollan resistencia.
- ✚ También pueden utilizarse algunos bioinsecticidas hechos a base de estos hongos que ya se comercializan en México como son BotaniGard, Bea-sin, Myctrol, Bio-fung (hechos a base de *Beauveria bassiana*), Bio-Blasst, Meta-sin y Fitosan-M (hechos a base de *Metarhizum anisopliae*).
- ✚ Para el caso del control biológico de *Glycaspis brimblecombei*, se recomienda llevar a

cabo liberaciones del parasitoide *Psyllaephagus bliteus*, de preferencia las liberaciones deben hacerse en el mes de Abril, ya que en este mes se presentan los valores de temperatura y humedad relativa óptimos para el rápido desarrollo de esta avispa.

## **COMBATE CONTRA LA DEGRADACIÓN Y EROSIÓN DEL SUELO.**

- ✚ Descompactación del suelo con métodos mecánicos y manuales.
- ✚ En las pendientes desprovistas de vegetación emplear practicas mecánicas contra la erosión, como son la construcción de presas filtrantes de piedra acomodada, de ramas y de gavión; cabeceo de cárcavas; las diferentes modalidades de terrazas y las zanjas derivadoras de escorrentía y roturación (GEM, 2008).
- ✚ También pueden emplearse practicas vegetativas como la rotación de cultivos, la reforestación, los cultivos de cobertura, cortinas rompe viento y la colocación de una capa de mulch o acolchado sobre el suelo desnudo para evitar el impacto pluvial directo contra el suelo.

## **ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DEL PARQUE ESTATAL SIERRA DE GUADALUPE**

- ✚ Delimitar con cercos, que pueden elaborarse de los mismos árboles muertos del parque, las áreas recreativas así como los caminos pavimentados para evitar el senderismo sin permiso de las autoridades.
- ✚ Dar un buen mantenimiento a la infraestructura que resulte inusable o de poco valor estético, para que los visitantes no tengan que adentrarse al parque en busca de estancias más cómodas.
- ✚ Intensificar la vigilancia en la zonas de mayor concurrencia y en los puntos de acceso tanto irregulares como regulares para controlar el saqueo de flora y fauna así como evitar los incendios por descuido o provocados.
- ✚ Presionar a las autoridades correspondientes para liberar el área dentro del PESG que

se encuentra invadida por los Asentamientos irregulares.

- ✚ Incrementar el número de Botes de basura en todas las palapas.
- ✚ Colocar letreros informativos con el reglamento de uso del fuego dentro del parque.
- ✚ Personal de la administración del PESG y dueños de propiedades dentro del parque desarrollar en conjunto programas ecoturísticos y sustentables para la conservación de los recursos naturales.
- ✚ Incrementar el número de brigadas y combatientes para el control de incendios, con el apoyo del Ayuntamiento, organizaciones no gubernamentales y grupos de voluntarios, todos ellos previamente capacitados.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguado I., Barrutia J. M., Echebarria C. 2008. Métricas para el desarrollo Sostenible. XI Jornada de Economía Crítica. Bilbao. España.
- Arriaga, L., A.E. Castellanos, E. Moreno y J. Alarcón. 2004. Potential ecological distribution of alien invasive species and risk assessment: a case study of Buffel Grass in arid regions of Mexico. *Conservation Biology*. 18 (6): 1504-1514.
- Brenes M. B. R. y Montes de Oca S. G. 2009. Ámbito de hogar y movimiento del zorrillo *Mephitis macroura* en el campus de Zamorano. Proyecto de Licenciatura. Zamorano, Honduras.
- Cabrera, J.A. y Molano F. 1995. Mamíferos Macarena. Giro editores LTDA. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 133 p.
- Campa, U. M. F., 1965. Breve análisis petrográfico de la Sierra de Guadalupe. Tesis Ing. Geólogo. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), IPN. México. 62p
- Ceballos-González., J. Arroyo-Cabrales y R. Medellín. 2003. Mamíferos de México. Pág.377-413. En: Ceballos, G. y A. Simonetti (eds.). Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 582 pp..
- Ceballos-González G. y Oliva G. (Coords.) 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. México. 986 p.
- Cedillo A. O. L.; Rivas S. M. A. y Rodríguez C. F. N. 2007. El área natural protegida sujeta a conservación ecológica "Sierra de Guadalupe". Revista Sistemas Ambientales, Vol. 1, No. 1, p. 1-14
- Cedillo A. O. L.; Rivas S. M. A. y Rodríguez C.F. N. 2008. Estudio de los suelos en la sierra de Guadalupe. Sitio de estudio: cañadas la mora 1 y la mora 2 determinación de granulometría, porosidad y permeabilidad. Revista Sistemas Ambientales, Vol. 2, No 1, 2008 págs. 1-11
- Cedillo A. O. L.; Rivas S. M. A. y Rodríguez C.F. N. 2010. Algunas consideraciones para el

- balance hidrológico en la Sierra de Guadalupe del Distrito Federal. *Revista Sistemas Ambientales*, Vol. 3, No. 1, 2010. p. 1-20
- Cervantes F. A., Matamoros T. G. y Martínez M. I. 1995. Mamíferos silvestres de la unidad de evaluación y Monitoreo de la biodiversidad "Ing. Luis Macías Arellano", San Cayetano, Estado de México. *Anales Inst. Biol. UNAM. México, Ser. Zool.* 66(2): 233-239.
- Chávez C., Ceballos G., List R., Salazar I. y Espinoza L. A. 2008. La diversidad Biológica del Estado de México. Instituto de Ecología, UNAM. México. Pág. 149.
- Cibrián T., D.; Méndez M., T.; Campos B., R.; Yates III, H. y Flores L., J. 1995. *Insectos Forestales de México*. Universidad Nacional Autónoma de Chapingo. México.
- Cibrián T., D. 1998. Diagnóstico fitosanitario y propuestas de manejo de plagas y enfermedades en la reserva natural Xochitla. Inédito. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 72 p.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI). 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad (CONABIO). 2013. La red de conocimiento sobre las aves de México. <http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2010. Estudio para la identificación de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, Palenque, Chiapas, México. Proyecto CONANP/DRFSIPS/AD-ES-003/2010.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). México en cifras. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010. Zona Metropolitana: Valle de México. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Zonas metropolitanas 2010](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Zonas_metropolitanas_2010). Consultada en abril del 2013.
- Contreras-Rodríguez, Y.D.J., 1999. Estudio preliminar de la avifauna del Parque Natural Sierra de Guadalupe, Estado de México. Tesis Profesional. ENEP. Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Correa Huerta, G., 2002. Estudio de impacto ambiental en la Subcuenca Llanetes del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, ubicada en el municipio de Coacalco, México. Tesis de



- Licenciatura. FES Iztacala. UNAM. 103 pp.
- Cuevas V. I. 2010. Diagnóstico Ambiental de la Sierra de Tepetzotlán en las inmediaciones de Huehuetoca, Estado de México. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. UNAM.
- Dávila Cabanillas N. 2007. La aplicación del modelo DPSIR al área funcional de Gernika-Markina (Bizkaia). Un ensayo metodológico de análisis territorial. Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco.
- Diagnóstico ambiental de la Región IV. Cuautitlán Izcalli. Secretaria de ecología.
- EEA (1999) Environmental indicators: Typology and overview. Technical report No 25. European Environment Agency, Copenhagen.
- Escalante T., Rodríguez G., Gámez N., León P. O. B. y Sánchez C. V. 2007. Biogeografía y conservación de los mamíferos. Biodiversidad de la faja Volcánica Transmexicana, UNAM, México, D.F. pp. 485- 499
- Espinoza, G. 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. B.I.D. y C.E.D. Santiago. Chile, 183 pp.
- [http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/resProblemasAmb/Unidad6/Fundamentos de evaluaci%F3n de IA.pdf](http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/resProblemasAmb/Unidad6/Fundamentos%20de%20evaluaci%F3n%20de%20IA.pdf)
- Consultado 20 abril 2012.
- Espinosa Pérez, I. D., 2010. Elaboración de un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA), y su aplicación en modelos de riesgo, calidad y fragilidad de la vegetación en el Municipio de Jungapeo, Edo. de Michoacán. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. UNAM.
- Etchevers, J. D., 1998. Indicadores de la calidad del suelo. Trabajo presentado en la Reunión de Conservación y Restauración de Suelos, Programa Universitario del Medio Ambiente, UNAM., México 22p.
- Flores, V. O. y Mc Coy, C. J. 1993. Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History Special Publication, No. 17. p. 1-73
- García, G. M. A., Cappello, G. S., Leshner, G. J. M. y Molina, M. R. F. 2008. Hongos Entomopatógenos como una alternativa en el control Biológico. Revista Kuxulkab. Vol. XV. No. 27. p. 25-28.

- Gobierno del Estado de México (GEM), 1999, Programa de manejo del Parque Estatal “Sierra de Guadalupe”, Gaceta Oficial #26. México.
- Gobierno del Estado de México (GEM). 2008. Bases de Diagnóstico: Identificación de Zonas Susceptibles a la Erosión en el Estado de México.
- Gonzales, J.R. 2003. Los hongos silvestres de la sierra de Tepozotlan, México. Tesis de Maestría en Biología. Escuela Nacional de ciencias Biologicas, IPN. México, 125 pp.
- Hwang Y. T. y Larivière S. 2001. Mammalian Species. *Mephitis macroura*. American Society of Mammalogists. No 686, pp. 1-3.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de población y vivienda 2010. Principales resultados por localidad. Consultado en marzo del 2012. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008. Guía para la interpretación de Cartografía. Edafología. Segunda Edición. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Guía para la interpretación de Cartografía. Uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie III. México.
- Ingeniería y Servicios Agronómicos, S.A. (ISA), 1998. Programa de manejo del Área Natural Protegida bajo la categoría de zona sujeta a conservación ecológica de la Sierra de Guadalupe, Delegación Gustavo A. Madero, D.F.
- Linares, O.J. 1998. Mamíferos de Venezuela. Editores Sociedad Conservacionista Audubon Venezuela. Caracas. 691 p.
- Lozano B. L., 1968. Geología de la Sierra de Guadalupe. Tesis Ing. Geólogo. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), IPN. México. 43p
- 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 de la Cruz F. R., Camarillo R. J. L., Maricela V. S. C. y Aguilar C. R. 1992. Observaciones sobre el status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México). Anales Instituto de Biología. UNAM. México. Ser. Zool. 63(2): 249-256.
- Muñoz I. D. J., Mendoza C. A., López G. F., Soler A. A. y Hernández M. M. 2011. Edafología,

Manual de métodos de análisis de suelo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Autónoma de México.

Naranjo, E.J., R. Dirzo *et al.* 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 247-276.

Onaindia M., Albizu I., Urzelai A., Peña L., Garbisu C., Rodríguez G., Ibarra A., Santa C. O. 2006. Selección de indicadores de sostenibilidad para su aplicación en la gestión del territorio en el país Vasco. Facultad de Ciencias y Tecnología, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, y Parque tecnológico de Bizkaia. España.

Ovalles Viani F. A. 2003. El color del Suelo: definiciones e interpretación. Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela.

[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm)

Consultada en Abril del 2013.

Plata, H. J. 1990. Sierra de Guadalupe (Fauna y problemática). Memorias X Congreso Nacional de Zoología. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Peterson R. T. Y Chalif E. L. 2008. Aves de México. Guía de Campo. Editorial Diana. México, D. F. 473 pp.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. Fase de Diagnostico.

Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

Ramírez Pérez A. 2008. Herpetofauna del Parque Nacional el Chico y su zona de influencia, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Resumen de estado del Medio Ambiente en el CAPV. 2004. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. pag. 5.

Reyes, C. P. y Halffter, G., 1976. Fauna de la Cuenca del Valle de México. Memorias de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. Secretaría de Obras y Servicios del Departamento del Distrito Federal. Vol. 1. p: 135-180.

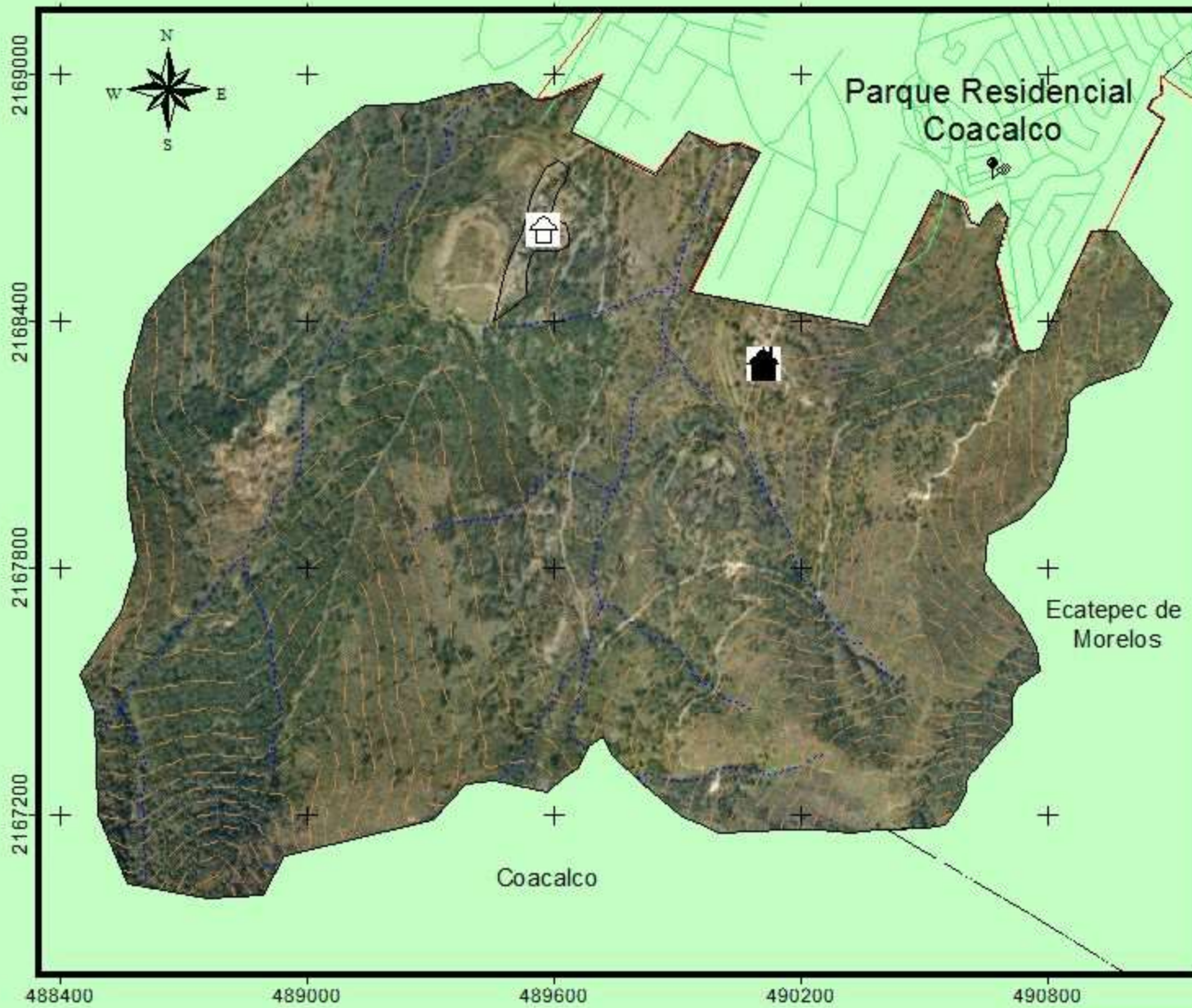
Reyna, H. R. 1997. Implementación de un criadero de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) con fines de repoblamiento en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan

- Parangaricutiro. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Ciencias y Humanidades. Escuela de Biología. 81 pp.
- Rocha Nava J. D. 2010. Diagnóstico ambiental de la comunidad ex–ejido de Tepeolulco en Tlalnepantla de Baz, estado de México. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. UNAM.
- Rodríguez, S. L. M. y Cohen, F. E. J. 2003. Guía de árboles y arbustos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México. Gobierno del distrito federal. Secretaria del Medio ambiente.
- Rose B. J., Jiménez M. F. J., Mendoza C. R. 2012. Aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla y zonas conurbadas. Revista Elementos, No. 87, p. 27-35.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, 432pp.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán).
- Salinas M. A., 1994. Geomorfología de la Sierra de Guadalupe. Tesis. Geografía. Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. México. P: 3-28.
- Sánchez G. A. y González L. M., 2008. Técnicas de recolecta de plantas y herborización. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-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. Diario Oficial de la Federación, México D. F.
- Sosa P. E. J., 2007. Diagnóstico ambiental de las inmediaciones del tiradero municipal de Tultitlán Estado de México. Tesis Profesional. FESI. UNAM. México.
- Sotelo, V. Y. 2004. Diagnóstico ambiental de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán, Nicolás Romero, Estado de México. Tesis de licenciatura. FES Iztacala. UNAM.
- Quiroz, A. A., 2002, Diagnostico Ambiental del Municipio de Tultitlan, Estado de México. Tesis de licenciatura. FES Iztacala. UNAM.
- UNIVERSAL. 2012. Robo de flora y fauna en la Sierra de Guadalupe.

<http://www.eluniversaledomex.mx/home/nota33525.html> consultado en Febrero del 2013.

- Vela Correa G. y Flores Román D. 2004. Morfogénesis de suelos con capas endurecidas de la Sierra de Guadalupe, México. Universidad Autónoma de Chapingo México. TERRA Latinoamericana, Vol. 22, Núm. 3. pp 255-265.
- Vela C. G.; Flores R. D.; Rodríguez G. L.; Palma M., M. y García C. A. R. 2004. Propiedades edáficas y calidad de sitio de áreas reforestadas en la sierra de Guadalupe, Distrito Federal. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México.
- Vidal, S. E. y Franco, L. J. 2009. Impacto Ambiental, Una herramienta para el desarrollo sustentable. AGT Editor, S.A. México, 412 pp.
- Villaseñor, J.L. y P. Magaña. 2006. Plantas introducidas en México. *Ciencias* 82: 38-40.
- Villavicencio, A. A. 2007. Evaluación de funciones y servicios ambientales. Tesis doctoral. Universidad de Granada. España.
- Zaldívar Riverón Alejandro, Walter Schmidt, Peter Heimes 2002. *Barisia imbricata*. Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W026. México. D.F.

## **ANEXO 1. CARTOGRAFÍA**

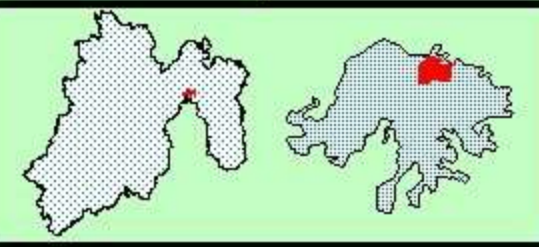


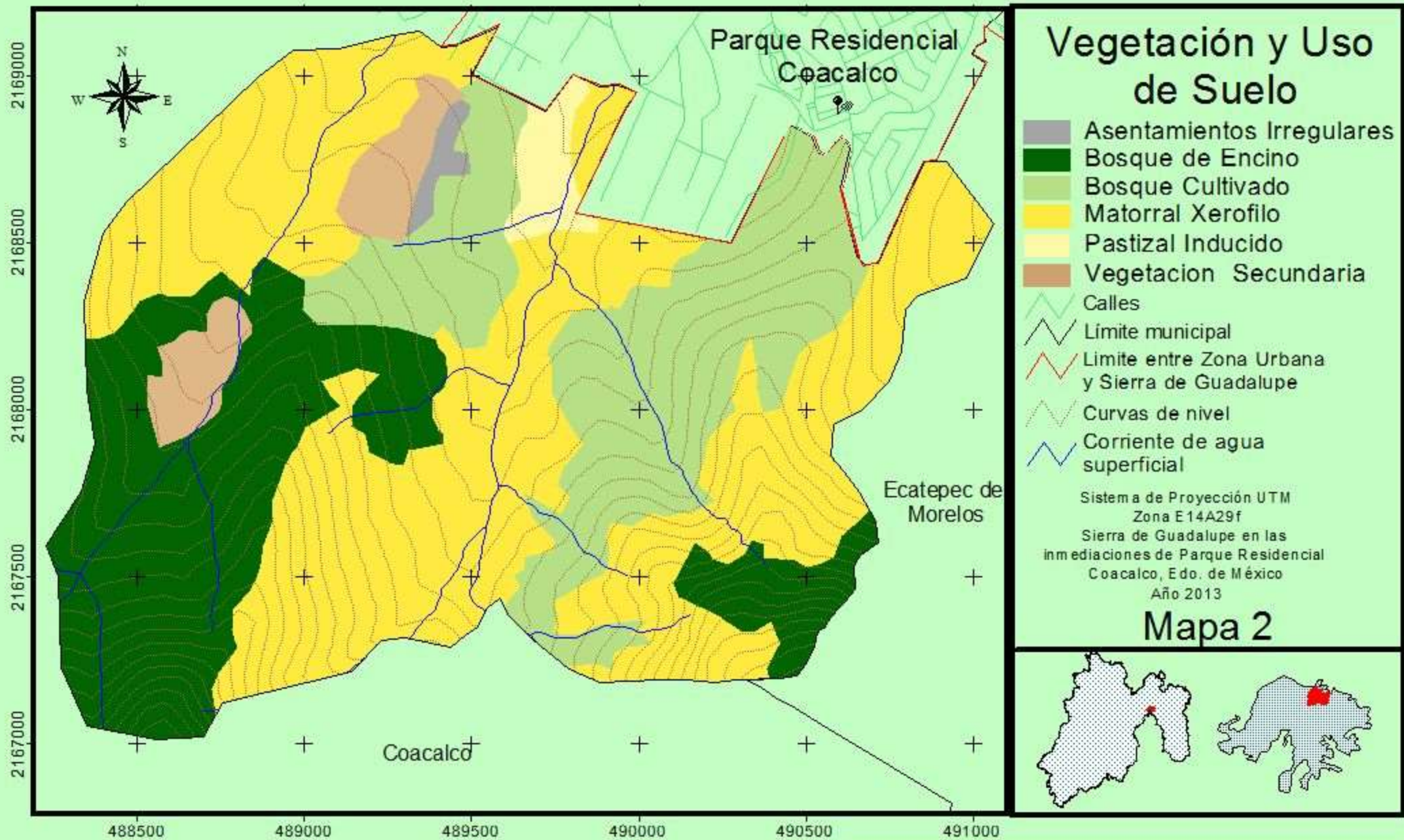
## Área de Estudio en las inmediaciones de Parque Residencial Coacalco

-  Propiedad Díaz
-  Localidad "La Aurora"
-  Calles
-  Límite municipal
-  Límite entre Zona Urbana y Sierra de Guadalupe
-  Corriente de agua superficial
-  Curvas de nivel

Sistema de Proyección UTM  
Zona E14A29f  
Sierra de Guadalupe en las  
inmediaciones de Parque Residencial  
Coacalco, Edo. de México  
Año 2013

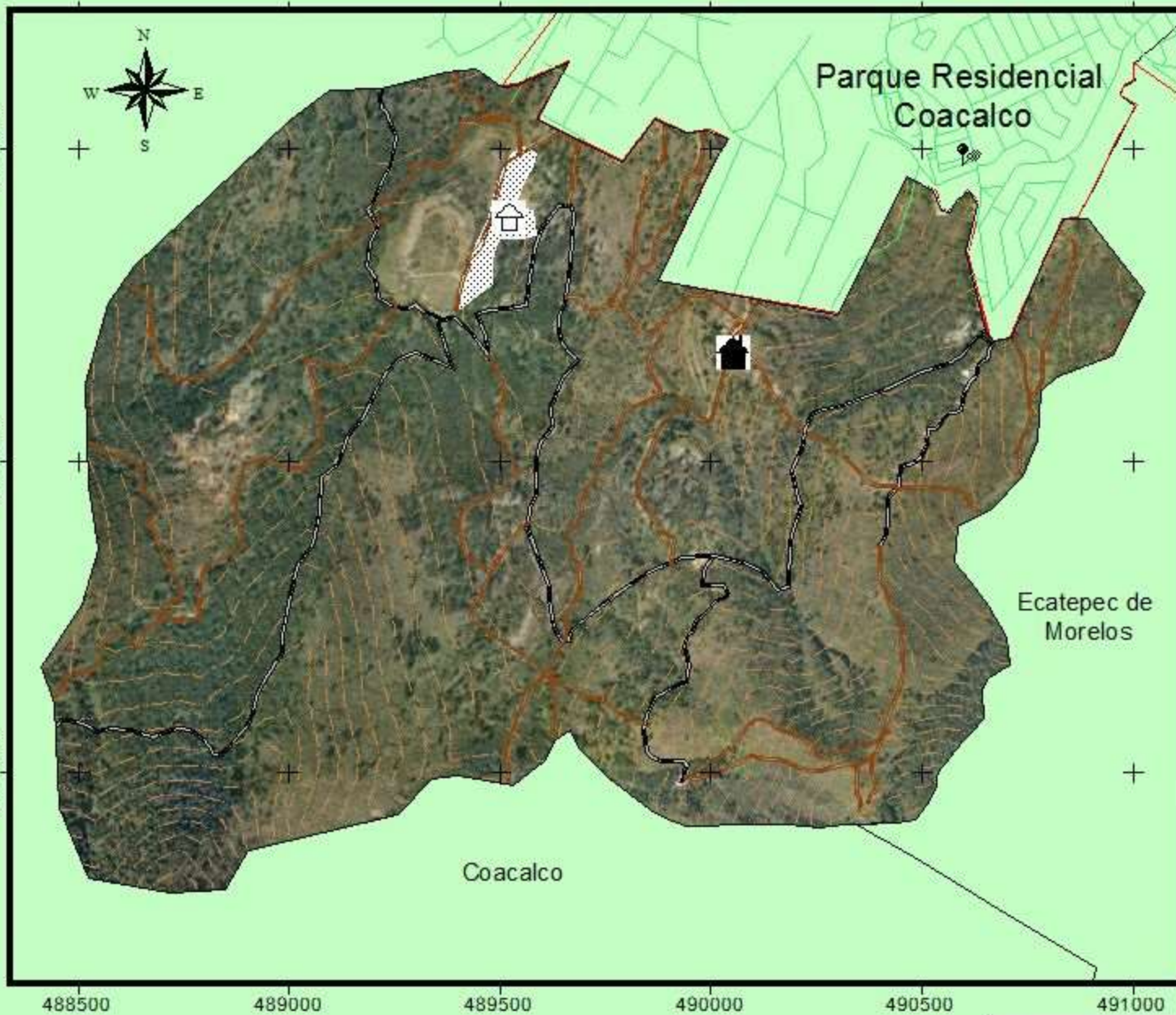
### Mapa 1





0 900 1800 Meters



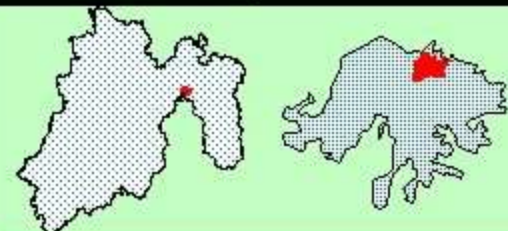


# Caminos pavimentados y Senderos

-  Camino Pavimentado
-  Sendero
-  Propiedad Díaz
-  Localidad "La Aurora"
-  Calles
-  Límite municipal
-  Límite entre Zona Urbana y Sierra de Guadalupe
-  Curvas de nivel

Sistema de Proyección UTM  
 Zona E14A29f  
 Sierra de Guadalupe en las  
 inmediaciones de Parque Residencial  
 Coacalco, Edo. de México  
 Año 2013

## Mapa 3



488500      489000      489500      490000      490500      491000

0                      900                      1800 Meters






## ANEXO 2. TABLAS

Tabla 1.- Especies Vegetales identificadas en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Obtención	Estatus en la NOM-059 SE-MARNAT, 2010	Condición en la zona de estudio	Tipo de vegetación en la que se presenta
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Bibliografía	Ninguno	Nativa	NS
	<i>Cotoneaster sp.</i>		Bibliografía	Ninguno	Exótica	MX
	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirúl	Estudio	Ninguno	Exótica	BI y MX
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Dalea leporina</i>	-	Estudio	Ninguno	Nativa	TTV
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo cuate o palo dulce	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Senna multiglandulosa</i>	Retama	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño		Ninguno	Nativa	MX
	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Opunia cholla</i>	Cholla	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
	<i>O. streptacantha</i>	Nopal	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>O. lasiacantha</i>	Nopal	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Mammillaria sp.</i>	Biznaga	Bibliografía	-	Nativa	MX
	<i>Stenocactus anfractuosus</i>	Pitayo	Estudio	Ninguno	Nativa	MX

	<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
Gramineae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	Estudio	Ninguno	Exótica	PI y BI
	<i>Bouteloua repens</i>	Navajita	Estudio	Ninguno	Nativa	TTV
	<i>Bouteloua bromoides</i>	-	Bibliografía	Ninguno	-	PI
	<i>Muhlenbergia alamosae</i>	-	Bibliografía	Ninguno	-	PI
	<i>M. elata</i>	-	Bibliografía	Ninguno	-	PI
	<i>Chloris virgata,</i>	Barbas de indio	Bibliografía	Ninguno	-	PI
	<i>Eragrotis mexicana</i>	Zacate casamiento	Estudio	Ninguno	Nativa	PI
	<i>Hordem vulgare</i>	Cebada	Bibliografía	Ninguno	-	-
	<i>Pennisetum villosum</i>	Zacate plumoso	Estudio	Ninguno	Exótica	PI
	<i>Setaria parviflora</i>	Zacate sedoso	Estudio	Ninguno	Posiblemente nativa	TTV
	<i>Cortaderia selloana</i>	Pasto de pampas	Estudio	Ninguno	Exótica	PI
	<i>Avena fatua</i>	Avena loca	Estudio	Ninguno	Exótica	PI
Agavaceae	<i>Agave filifera</i>	Maguey	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Agave sp.</i>	Maguey pulquero	Estudio	Ninguna	Introducida	MX
	<i>Yucca filifera</i>	Yuca	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
	<i>C. sempervirens</i>	Ciprés panteonero	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
	<i>P. montezumae</i>	Pino blanco, Ocote	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
	<i>P. patula</i>	Pino llorón	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
	<i>P. serotina</i>	Pino		Ninguno	Exótica	BI
	<i>P. radiata</i>	Pino	Estudio	Ninguno	Exótica	BI
	<i>P. greggii</i>	Pino prieto		Ninguno	Exótica	BI

Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino, Roble	Estudio	Ninguno	Nativa	BQ
	<i>Q. deserticola</i>	Encino rastrero	Estudio	Ninguno	Nativa	BQ y MX
	<i>Q. microphylla</i>	Encino	Bibliografía	Ninguno		
	<i>Q. mexicana</i>	Encino enano	Estudio	Ninguno	Nativa	BQ
Burceraceae	<i>Bursera</i> sp.	Cuajilote amarillo	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
Mimosaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>A. greggii</i>	Uña de gato	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
Buddleiaceae	<i>Buddleia americana</i>	Teposan	Estudio	Ninguno	Nativa	MX y BI
Convolvulaceae	<i>Ipomea murucoides</i>	Cazahuate	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX y BI
Malpighiaceae	<i>Gaudichaudia cynanchoides</i>	Yerba del negro	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
Polygonaceae	<i>Polygonum glabrum</i>	Chilillo	Bibliografía	Ninguno	Exótica	PI y BI
Rubiaceae	<i>Bouvardia terniflora</i>	Trompetilla	Estudio	Ninguno	Nativa	PI y BI
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	Dondiego de noche	Estudio	Ninguno	Nativa	PI y BI
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i>	-	Estudio	Ninguno	Nativa	H
	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco	Estudio	Ninguno	Nativo	H
	<i>Cirsium</i> sp.	-	Estudio	Ninguno	-	H
	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Mirasol	Estudio	Ninguno	Nativa	PI y H
	<i>Dahlia coccinea</i>	Dalia roja	Estudio	Ninguno	Nativa	TTV
	<i>Erigeron</i> sp.	-	Estudio	Ninguno	-	TTV
	<i>Eupatorium espinosarum</i>	Hierba del aire	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Montanoa tomentosa</i>	Zoapaxtle	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de San Nicolas	Estudio	Ninguno	Nativa	H
	<i>Senecio salignus</i>	Asomiate amarillo	Estudio	Ninguno	Nativa	MX
<i>Stevia serrata</i>	Cola de borrego	Estudio	Ninguno	Nativa	TTV	

	<i>Zaluzania augusta</i>	Limpia tuna	Estudio	Ninguno	Nativa	TTV
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer	Estudio	Ninguno	Nativa	MX y PI
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i>	Hierba del cancer	Estudio	Ninguno	Nativa	BI, BQ y PI
Commelinaceae	<i>Commelina coelestis</i>	Hierba de pollo	Estudio	Ninguno	Nativa	BI, BQ y PI
Begoniaceae	<i>Begonia gracilis</i>	Begonia	Estudio	Ninguno	Nativa	BI y BQ
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i>	Espinosilla	Estudio	Ninguno	Nativa	MX y BQ
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	-	Estudio	Ninguno	Exótica	PI
	<i>Salvia mexicana</i>	Tlacote	Estudio	Ninguno	Nativa, Endémica	BI, BQ y PI
Caryophyllaceae	<i>Silene laciniata</i>	Clavel del monte	Estudio	Ninguno	Nativa	BI y PI
Crassulaceae	<i>Sedum moranense</i>	Chisme	Estudio	Ninguno	Nativa	TTV
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	Bibliografía	Ninguno	Nativa	MX
Apiaceae	<i>Eryngium comosum</i>	Raíz del sapo	Estudio	Ninguno	Nativa	PI
BI= Bosque Inducido      NS= No se sabe      MX=Matorral Xerófilo      BQ=Bosque de Encino      PI=Pastizal Inducido H= Herbazal      TTV=Todos los Tipos Vegetación						

Tabla 2. Listado de Reptiles y anfibios de la Sierra de Guadalupe.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo en México	Categoría en la NOM-059, SEMARNAT, 2010
<b>Amphibia</b>	Anura	Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana verde	No endémica	Ninguna
			<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de las rocas	No endémica	Ninguna
		Pelobatidae	<i>Spea hammondi</i>	Rana	No endémica	Ninguna
		Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus augusti</i>	Rana ladradora	No endémica	Ninguna
			<i>Eleutherodactylus grandis</i>	Rana fisgona	Endémica	Ninguna

Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija escamosa escalonada	No endémica	Ninguna
			<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa mexicana	Endémica	Ninguna
			<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija escamosa barrada	Endémica	Ninguna
			<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa del mezquite	No endémica	Pr
		Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	Endémica	Pr
		Colubridae	<i>Conopsis nasus</i>	Culebra terrestre narigona	Endémica	Ninguna
			<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	No endémica	A
			<i>Salvadora Bairdi</i>	Culebra	Endémica	Pr
			<i>Pituophis deppei</i>	Cincuate , culebra sorda mexicana	Endémica	A
		Viperidae	<i>Crotalus triseriatus</i>	Víbora de cascabel	Endémica	Ninguna
			<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel	No endémica	Pr
			<i>Sistrurus ravus</i>	Víbora de cascabel pigmea mexicana	Endémica	A

Tabla 3.- Especies de Aves Registradas en el área de Estudio del PESG.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ENDEMISMO	SITUACIÓN EN LA ZONA	Estatus en la NOM-059 SEMARNAT, 2010
Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Spinus psaltria</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	No endémica	Introducida	Sin Categoría
	Emberizidae	<i>Melospiza kieneri</i>	Endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Spizella atrogularis</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Melospiza fusca</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Melospiza lincolnii</i>	No endémica	Migratoria	Sin Categoría
		<i>Pipilo maculatus</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	No endémica	Migratoria	Sin Categoría
<i>Setophaga coronata</i>		No endémica	Migratoria	Sin Categoría	

		<i>S. townsendi</i>	No endémica	Migratoria	Sin Categoría
		<i>S. nigrescens</i>	Semiendémica	Migratoria	Sin Categoría
		<i>Cardellina rubra</i>	Endémica	Residente	Sin Categoría
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Mimus polyglottos</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Semiendémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Icterus gálbula</i>	No endémica	Migratoria	Sin Categoría
		<i>Molothrus aeneus</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Empidonax sp.</i>	-	-	-
		<i>Campostoma imberbe</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Endémica	Residente	Sujeta a protección especial
	Regulidae	<i>Regulus caléndula</i>	No endémica	Migratoria	Sin Categoría
	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Corvidae	<i>Calocitta Formosa</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
	Bombycillidae	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Cuasiendémica	Residente	Sin Categoría
	Ptiligonatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	No endémica	Migratoria	Sin Categoría
	Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	No endémica	Residente	Sujeta a protección especial
	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Columba livia</i>	No endémica	Introducida	Sin Categoría
		<i>Zenaida macroura</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Selasphorus rufus</i>	No Endémica	Migratoria	Sin Categoría
		<i>Cyanthus latirostris</i>	Semiendémica	Residente	Sin Categoría
		<i>Lampornis clemenciae</i>	Semiendémica	Residente	Sin Categoría
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	No endémica	Residente	Sin Categoría



# ANEXO 3. ENCUESTAS

Encuesta a los Visitantes

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

Fecha \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

1. Lugar en donde vive: \_\_\_\_\_

2. ¿Cada cuando visita el Parque? \_\_\_\_\_

3. ¿Qué actividades realiza en el parque? \_\_\_\_\_

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

5. ¿Cree que los servicios con los que él cuenta el parque son insuficientes o suficientes? \_\_\_\_\_

6. ¿Qué servicios considera que se deberían de implementar en el lugar?

- \_\_\_\_ Sanitarios
- \_\_\_\_ Botes de basura
- \_\_\_\_ Letreros informativos
- \_\_\_\_ Áreas de recreo
- \_\_\_\_ Vigilancia
- \_\_\_\_ Comedores
- Otros \_\_\_\_\_

7. ¿Cuándo visita el parque donde deposita la basura? \_\_\_\_\_

8. ¿Considera que es importante la conservación y la protección del Parque Estatal Sierra de Guadalupe? Si \_\_\_\_  
No \_\_\_\_ Porque \_\_\_\_\_

9. Durante su visita extrae o utiliza algunos de los siguientes recursos naturales del lugar:

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| • ____ Musgos   | • ____ Caracoles           |
| • ____ Helechos | • ____ Ardillas            |
| • ____ Piñas    | • ____ Aves                |
| • ____ Leña     | • ____ Reptiles            |
| • ____ Hongos   | • ____ Plantas comestibles |
| • ____ Tierra   | • ____ Plantas medicinales |
| • ____ Conejos  | • Otros _____              |
| • ____ Ratones  | _____                      |

10. ¿Para que los utiliza? \_\_\_\_\_

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

12. ¿Qué animales podemos observar actualmente en la región? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU COOPERACIÓN.**



Encuesta a los Guardabosques  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**  
CARRERA DE BIOLOGÍA

Fecha \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

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

---

2. ¿Le gusta su trabajo?

---

3. ¿Cuáles son los horarios que se laboran?

---

4. ¿Cómo clasificaría a éste ecosistema?

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

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

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

---

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

---

7. ¿A qué cree que se debe que esté disminuyendo la fauna en este lugar?

---

---

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

---

9. ¿El parque cuenta con personal exclusivamente para limpieza?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

10. ¿Quién la realiza? \_\_\_\_\_

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

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

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

---

13. ¿Existe algún proyecto de utilización de materias primas provenientes de este ecosistema?

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

14. ¿Quién lo utiliza?

---

15. ¿Cuál es esa materia prima y para que se utiliza?

---

---

16. ¿Sabe si se extrae alguno de los siguientes recursos naturales de la zona?

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

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

Hongos \_\_\_\_\_

Leña \_\_\_\_\_

Madera \_\_\_\_\_

Aves \_\_\_\_\_

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

Reptiles \_\_\_\_\_

---



17. Del 1 al 10 ¿cuál es la intensidad con la que se extrae del parque alguno de los siguientes recurso?  
fauna\_\_\_\_\_ flora\_\_\_\_\_

18. ¿Existe algún reglamento interno del parque?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

18. ¿Lo conoce, lo ha leído? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuáles son los incidentes más frecuentes en el área?

---

20. ¿Quién aplica las sanciones correspondientes?

---

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

---

---

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

---

**GRACIAS POR SU COOPERACIÓN**



Encuesta a los Pobladores  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

Fecha \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1.- ¿Cuántos años tiene viviendo en la comunidad?

2.- ¿Qué opina de la vigilancia y la seguridad del lugar?

3.- ¿Tiene mascotas o animales de traspatio, cuáles?

4.- De los tipos de vegetación mencionados abajo ¿cuál considera usted importante por su tamaño o su utilidad?

Bosque \_\_\_\_\_ Matorral \_\_\_\_\_ Pastizal \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

5.- ¿Cómo considera el estado de este tipo de vegetación?

Intacto \_\_\_\_\_ Poco dañado \_\_\_\_\_ Dañado \_\_\_\_\_ Muy dañado \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

6.- ¿Existe actualmente una actividad humana que modifique este tipo de vegetación (deforestación, incendios, construcción de casas, minas etc.)?

Si (¿Cuál?) \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

7.- ¿Practica usted la agricultura o la ganadería como medio de subsistencia?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta a la pregunta anterior fue No, por favor salte a la pregunta 16.

8.- Practica:

Sólo agricultura \_\_\_\_\_ Sólo ganadería \_\_\_\_\_ Ambas \_\_\_\_\_

9.- Esta actividad la realiza para:

Autoconsumo \_\_\_\_\_ Comerciar \_\_\_\_\_ Ambas cosas \_\_\_\_\_

10.- ¿Existe alguna plaga u organismo que ataque a sus cultivos y/o animales?

11.- ¿Cómo afectan los incendios forestales a la tierra para cultivar?

12.- ¿Por cuánto tiempo un mismo terreno es fértil para el cultivo?

13.- ¿Por cuánto tiempo un mismo terreno es útil para criar ganado?

14.- ¿Cuáles son las principales dificultades que usted considera implica el practicar la agricultura y/o la ganadería en esta región?

15.- ¿Utiliza fertilizantes, cuáles?

16.- ¿Utiliza la población actualmente algún recurso de la Sierra? Por ejemplo:

Plantas comestibles	Si _____	No _____	No Sabe _____
Plantas medicinales	Si _____	No _____	No Sabe _____
Madera/ Leña	Si _____	No _____	No Sabe _____
Fibras	Si _____	No _____	No Sabe _____
Pieles	Si _____	No _____	No Sabe _____
Alimentos animales	Si _____	No _____	No Sabe _____

Hongos  
Tierra/Minerales

Si \_\_\_\_\_  
Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

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

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

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

Por qué \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

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

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

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

25.- ¿Por qué?

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

( ) Vivienda ( ) Servicios médicos ( ) Otros \_\_\_\_\_

( ) Recolección de basura ( ) Seguridad

( ) Educación ( ) Drenaje

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

28.- ¿Cómo dispone de la basura?

( ) Camión municipal

( ) Incineración

( ) Depósitos irregulares

29.- ¿El agua que consume proviene de?

( ) Pozo ( ) Tubería ( ) Otro

( ) Manantial ( ) Río o arroyo

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

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

**GRACIAS POR SU COOPERACIÓN**