



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad De Estudios Superiores Iztacala

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y APROXIMACIÓN
A LA VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES,
EN LA CAÑADA DEL ENCINAR, PARQUE ESTATAL
SIERRA DE GUADALUPE, COACALCO,
ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

Que para obtener el título de

BIÓLOGA

P R E S E N T A

Itzel Alejandra Cara García

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. Jonathan Franco López



Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2018



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.

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen | 3 |
| I. Introducción y Antecedentes..... | 5 |
| II. Objetivos | 8 |
| III. Área de estudio | 8 |
| 1. Medio Físico | 10 |
| 1.1 Hidrografía | 10 |
| 1.2 Geología | 10 |
| 1.3 Suelos | 10 |
| 1.4 Clima | 10 |
| 2. Medio Biótico | 12 |
| 2.1 Vegetación | 12 |
| 2.1.1 Uso de suelo | 12 |
| 2.2 Fauna | 14 |
| 3. Medio Socioeconómico | 15 |
| 3.1 Análisis regional y urbano..... | 15 |
| 3.2 Área de influencia directa al parque..... | 16 |
| 3.3 Población del Parque Estatal Sierra de Guadalupe | 19 |
| IV. Material y Métodos | 20 |
| V. Resultados | 22 |
| Flora | 22 |
| Fauna | 28 |
| Volúmen Maderable..... | 33 |
| Captura de Carbono | 34 |
| Recarga de Agua | 35 |
| Pérdida de Suelo | 36 |
| Encuestas | 36 |
| Matriz tipo Leopold | 43 |
| Análisis de la Matriz tipo Leopold | 45 |
| Redes de Sorensen | 50 |
| Valores de Probabilidad de Ocurrencia, Magnitud e Importancia | 53 |
| Cálculo de Impacto Ambiental Esperado | 55 |
| Modelo DPSIR | 56 |
| VII. Conclusiones | 64 |
| VIII. Propuestas | 67 |
| IX. Anexos | 68 |
| Literatura Citada | 72 |

Resumen

El desarrollo de la humanidad está vinculado con el estado del ambiente; como consecuencia del crecimiento demográfico, económico y social, se han producido problemas ambientales que requieren atención, por lo cual, es indispensable contar con información sobre los ecosistemas naturales para evaluar objetivamente la situación del ambiente, los factores que lo afectan y el resultado de las acciones implementadas para detener y revertir su deterioro.

En el marco de lo expuesto anteriormente, se realizó un diagnóstico ambiental con aproximación a la valoración de servicios ambientales en la Cañada del Encinar, Parque Estatal Sierra De Guadalupe, Coacalco, Estado de México, con el fin de conocer las condiciones que presenta el ambiente local, identificar las acciones que generan presiones sobre el entorno y proponer iniciativas para disminuir los efectos adversos derivados de las actividades humanas en la zona, ya que actualmente está considerada como área natural protegida (ANP), con la categoría de zona sujeta a conservación ecológica, puesto que es de gran importancia para la región, debido a que alberga una gran diversidad de especies vegetales, su ubicación geográfica actúa como filtro natural reteniendo contaminantes y es un área capaz de filtrar el agua de lluvia al subsuelo y como consecuencia impactar significativamente en los mantos freáticos de la cuenca de México.

Son por estos motivos que se implementó la valoración de servicios ambientales en este proyecto, ya que como ANP, es una estrategia eficaz de conservación, ya que la SG provee de bienes ecológicos al ambiente y por esto mismo se pueden generar recursos económicos para los habitantes, ya que estos no han colaborado hasta la actualidad de manera tan activa para la conservación del área, si no por el contrario, han tomado una postura indiferente ante el problema. Y lo que se pretende con la propuesta de postular a la SG para la valoración de servicios ambientales, es beneficiar por medio del Gobierno Federal y Estatal a los habitantes mediante ingresos económicos por contribuir en la conservación de la SG y generar proyectos productivos dentro del área con los cuales puedan apoyar su subsistencia.

El trabajo se desarrolló en tres etapas: revisión documental, trabajo de campo y de laboratorio, y trabajo de gabinete; a partir de las cuales se obtuvieron los listados de flora y fauna (vertebrados), se conoció la percepción que los visitantes y habitantes de la zona, tienen respecto a las condiciones ambientales que prevalecen en el área; asimismo, mediante la implementación de métodos para la evaluación del impacto ambiental se determinaron las actividades que generan un mayor impacto negativo en el entorno (incendios, sobrepastoreo, introducción de fauna feral y urbanización). Dichas acciones, han producido pérdida y contaminación de suelo, degradación del hábitat, pérdida de biodiversidad y disminución de la cobertura vegetal, lo cual disminuye la capacidad de la Sierra de Guadalupe de actuar como filtro natural de contaminantes y por lo tanto afectando la calidad de vida de la población local.

Posteriormente con el fin de describir las interacciones entre las actividades antes referidas y el ambiente; así como para proponer medidas para enfrentar la problemática ambiental, se elaboró el modelo Fuerzas motrices-Presión-Estado-Respuesta (DPSIR).

Finalmente, derivado del trabajo realizado, se puede decir que para la reducción, prevención y mitigación del impacto ambiental en la zona es necesaria la implementación de políticas públicas, encaminadas principalmente al manejo de las áreas con vegetación natural, así como el desarrollo de programas para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Así mismo, los servicios ambientales que brinda la Sierra de Guadalupe están cada vez más limitados a zonas de abundante cobertura forestal, debido a que tanto la captura de carbono, como el volumen maderable, la recarga de agua y la pérdida de suelo, están en función de las áreas arboladas, las cuales debido a las presiones e impactos ambientales van en decremento.

Palabras clave: DPSIR, diagnóstico ambiental, ANP, presión, impacto y filtro natural

I. Introducción y Antecedentes

La Sierra de Guadalupe (SG) es una de las cadenas montañosas que se encuentran dentro de la cuenca de México, localizada en la porción centro-norte. La cuenca de México es una cuenca endorreica volcánico-tectónica, localizada en el extremo occidental de la porción Este del cinturón transvolcánico de la república mexicana, con una elevación media de 2 240 m.s.n.m. Dentro de la cuenca de México se encuentran dos cordilleras principales de tipo volcánico, una de ellas es la SG, situada entre 19° 30´ y 19° 38´ N de latitud y entre 99° 00´ y 99° 12´ W de longitud, con una topografía casi circular (Gómez-Serrano *et al.* 2010).

La SG está considerada actualmente como área natural protegida, con la categoría de zona sujeta a conservación ecológica (SMA, 2006) y se ha convertido en una zona estratégica de gran importancia para la región, debido en parte, a que alberga una gran diversidad de especies vegetales, conformada fundamentalmente por bosques de encino, matorrales xerófilos, pastizales y bosques de eucaliptos, estos últimos introducidos en años recientes. Es por lo anterior y por su ubicación geográfica que la sierra actúa como filtro natural ya que retiene contaminantes de la parte norte de la ciudad de México y adicionalmente, es un área capaz de filtrar el agua de lluvia al subsuelo y como consecuencia impactar significativamente en los mantos freáticos de la cuenca de México (López *et al.*, 2006).

Esta sierra está conformada por un agregado de domos y volcanes de alturas variadas, con elevación máxima de 3000 y 2930 m.s.n.m., que presentan los Picos Tres Padres y Moctezuma respectivamente. Actualmente la Sierra de Guadalupe, con un área de 6 498.584 hectáreas se encuentra inmersa dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México, con 82.1 % de su territorio en el Estado de México, dentro de cuatro municipios: Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz y Tultitlán y con 17.9 % en la Ciudad de México, colindando con la Delegación Gustavo A. Madero (Gómez-Serrano *et al.* 2010). La extensión de la SG era mayor en años anteriores, sin embargo las cifras han ido

en decaimiento, puesto que se ha modificado la tenencia de la tierra. Por ejemplo, en 2008 se desincorporaron 4,415.88 m² del Parque Estatal, con el fin de regularizar los lotes de asentamientos irregulares y darles mayor seguridad jurídica a los ocupantes, de acuerdo al Programa de Regularización Territorial (*Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 2008).

Es un hecho conocido que durante las últimas décadas, la población del área metropolitana del Valle de México se ha incrementado considerablemente y los asentamientos en las inmediaciones de la SG han experimentado un crecimiento demográfico importante, lo que ha generado como resultado una expansión de la mancha urbana a zonas de laderas montañosas que presentan serios peligros desde el punto de vista geológico y geotécnico (Servicio Geológico Metropolitano, 2001). Al respecto López y colaboradores en 2006 identificaron aproximadamente 192 zonas de peligro con diferente mecanismo de falla. Los municipios más afectados por el número de peligros y área de generación son Ecatepec y Tlalnepantla seguidos por Tultitlán y Coacalco. Por el contrario las zonas con mayor probabilidad de que ocurra un deslizamiento por cualquier mecanismo se encuentran en la parte norte de la Sierra de Guadalupe en los municipios de Tultitlán y Coacalco y en menor proporción Ecatepec.

Lugo-Hubp y Salinas-Montes en 1996 destacaron algunos otros problemas a los que se enfrenta la población al habitar zonas de peligro como lechos, desembocaduras de arroyos, laderas inestables de barrancos, así como pies y bordes de escarpes activos (en retroceso) en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, estas amenazas pueden ser inundaciones, al evitar el desagüe natural, caída de rocas (deslaves) que se generan en escarpes activos con más frecuencia en época de lluvias, o escurrimientos de corrientes de lodo, de poca magnitud, pero peligrosos para la localidad y generados por la escasa vegetación al reducir la infiltración de las lluvias. Por lo que para evitar más asentamientos irregulares hacia arriba de las laderas del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, el Gobierno del Estado de México construyó una barda de 24.6 km por 4 m de altura, un tanto superior a la cota

donde inicia la reserva, con el objetivo de frenar el desarrollo de asentamientos irregulares y el deterioro ecológico (Santos, 2014).

Por otro lado la falta de planeación territorial ha propiciado la urbanización de laderas, cuyas características geológicas, geomorfológicas, antrópicas y físicas, se conjugan generando procesos de remoción en masa, los cuales son considerados destructores de biodiversidad y causantes de pérdida económica. Dichos procesos pueden ser causados y/o acelerados por factores naturales, como la acción de las fuerzas de gravedad, la abundante precipitación y sismos, o antrópicos, ya sea mediante actividades que generan vibraciones como; el realizar cortes en las laderas con el propósito de urbanizar y extraer material, o inducir fuerzas externas en las laderas por medio de un constante cruce de vehículos pesados y sobrecarga de viviendas, o por actividades que contribuyan a la contaminación y erosión del área como; la filtración de agua de uso doméstico en fracturas del subsuelo, deforestación, mala ubicación de los basureros y quema de desechos (López y col. 2006).

Las presiones que actualmente atañen al Parque Estatal Sierra de Guadalupe, hacen necesario generar constante información sobre el estado actual de la reserva. Los diagnósticos ambientales son instrumentos que permiten conocer y analizar el estado de un territorio, y además proponer acciones que mitiguen los impactos que se están generando a la biodiversidad de en esa zona. Por lo que generar esta información en la SG es una prioridad, ya que permitirá aportar herramientas para la actualización de los planes de manejo, de ordenamiento ecológico y estrategias no implementadas en la reserva para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos y promover la conservación.

De igual manera, la valoración de servicios ambientales representa una gran alternativa para la conservación puesto que permite asegurar la participación de la sociedad civil en las prácticas de sustentabilidad y asegurar una suma económica por ello, para resguardar su seguridad familiar.

II. Objetivos

General:

Elaborar un Diagnóstico Ambiental y una aproximación a la valoración de Servicios Ambientales, de la Cañada del Encinar, ubicada en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Coacalco, Estado de México

Objetivos particulares:

- Obtener la ubicación y caracterización cartográfica de la Cañada del Encinar
- Obtener los listados florísticos y faunísticos de la reserva
- Identificar y reconocer la problemática ambiental, social y económica de la localidad.
- Estimar el volumen maderable y captura de carbono, pérdida de suelo y recarga de agua de la cañada el Encinar
- Proponer acciones que mitiguen, atenúen o compensen los impactos, considerando las necesidades de la población y promoviendo la conservación de los recursos naturales; así como aspectos económicos de los pobladores con el apoyo del marco regulatorio vigente.

III. Área de estudio

El área de estudio se ubica dentro del Parque Estatal Sierra de Guadalupe en el cual confluyen los cuatro municipios colindantes perteneciéndoles las siguientes superficies: Ecatepec 1812.76 Has., Coacalco 1281.57 Has., Tultitlán 1076.78 Has. y Tlalnepantla 1135.64 Has. dentro del parque.

Su superficie se extiende entre las siguientes coordenadas:

Geográficas: N 19° 37' 00" – E 99° 11' 20", N 19° 37' 20" – E 99° 03' 00"

UTM: N 216 9500 – E 48 0500, N 215 6500 – E 49 4500

La extensión total correspondiente al Parque Estatal Sierra de Guadalupe es de **5,306.75 ha**, de las cuáles **1,174.13 ha** representan la faja de amortiguamiento, que siendo parte del parque tiene la función de controlar y mitigar los impactos de los usos de suelo de las colindancias, y **4,132.62 ha** el área central del parque.

La Sierra de Guadalupe fue declarada “Zona de Protección Forestal” en 1923 y en 1972 se decretó Parque Estatal, administrado por el gobierno del Estado de México. El límite del Parque Estatal está definido por la cota de 2,350 m.s.n.m. y su superficie se extiende a 5,306.75 ha.

La cañada del encinar se encuentra ubicada en los límites del municipio de Coacalco de Berriozábal, Estado de México. Abarca una extensión de 174.41 km², con un rango de altitud de 2575 a 2842 msnm.

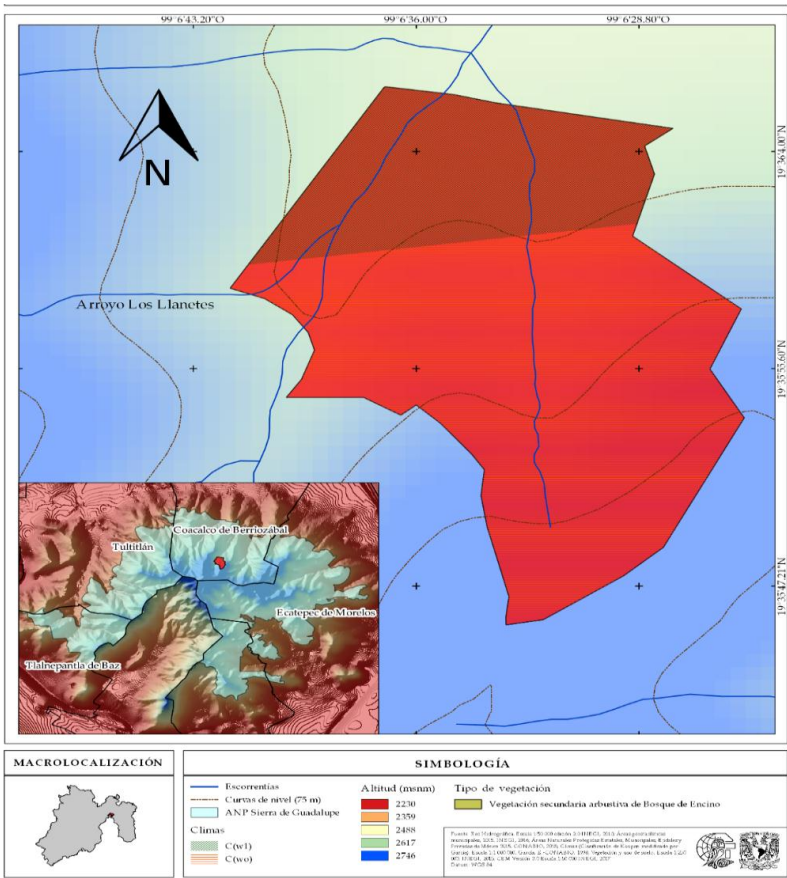


Figura 1. Cartografía temática del área de estudio dentro de la Sierra de Guadalupe, en el municipio de Coacalco de Berriozábal, Estado de México.

1. Medio Físico

1.1 Hidrografía

Pertenece a la Subcuenca Hidrográfica RH26Dp-Lago de Texcoco y Zumpango donde se aprecia una red de tipo exorreico con dominancia de corrientes estacionales sujetas a la temporada de lluvias, desarrollando arroyos intermitentes y de bajo caudal como el de “Los Llanetes” que se puede apreciar dentro del área de estudio (CONAGUA, 2007).

1.2 Geología

Al estar inmerso en un complejo resultado de la actividad vulcano-tectónica de tipo dómico de la edad del Mioceno-Cuaternario (Martínez, 1998) se haya roca ígnea extrusiva de tipo volcanoclástico e ígnea extrusiva básica, las cuales son características por su formación, ya que estas son producidas cuando el magma y fragmentos piroclásticos son expulsados por los aparatos volcánicos y al estar en contacto con la temperatura del ambiente sufren un enfriamiento rápido (Monroe *et al.*, 2000). También se ha registrado la presencia de riolita, andesita y dacita en la zona, siendo las últimas dos caracterizadas por contener una alta proporción de sílice (Campa, 1965).

1.3 Suelos

El suelo es del tipo litosol de textura media (INEGI, 2004) siendo característico por ser somero con máximo 10 cm de profundidad sobre roca dura lo que los vuelve muy pedregosos, este tipo de suelos suele hallarse dentro de la zona en lugares altos y cumbrales de las laderas de los domos volcánicos (Cedillo *et al.* 2008)

1.4 Clima

Al norte del área de estudio se presenta un clima de tipo C(w1) que de acuerdo a la modificación de la clasificación de Köppen se denomina como templado subhúmedo con una temperatura media de entre los 12 a los 18°C, llegando a los -3°C en el mes más frío y a los 22°C en el mes más cálido, en promedio. La precipitación en el mes más seco es menor a 40 mm mientras que en las lluvias

de verano se presenta un índice P/T menor de 43.2 y el porcentaje de precipitación invernal es del 5% al 10.2% del total anual (García, 1998). Al sur se presenta un clima de tipo C(w0) que esta denominado como templado, subhúmedo con una temperatura media de entre los 12 a los 18°C, llegando a los -3°C en el mes más frío y a los 22°C en el mes más cálido, en promedio (figura 1). La precipitación en el mes más seco es menor a los 40 mm pero con lluvias de verano con un índice P/T entre 43.2 y 55. El porcentaje de lluvia invernal va desde el 5% al 10.2% del total anual (García, 2004). Los vientos dominantes provienen del noroeste y noreste de septiembre a diciembre y de febrero a marzo con velocidad máxima de 11 km/hr con presencia de vientos alisos y vientos locales denominados brisas montaña-valle (SE, 1999).

En el Programa de Manejo de 1996 se determinó que la SG funciona como una muralla de contención de diversos contaminantes y de partículas suspendidas totales que provienen de los automotores que circulan en las vías que rodean a la Sierra, zonas industriales ubicadas en Ciudad labor, Tlalnepantla, Tultitlán y Ecatepec y de zonas desprovistas de vegetación que se localizan en Coacalco, Ecatepec y Cuautitlán.

Los procesos principales que tienen lugar en los alrededores de la sierra y propician altos niveles de contaminantes son:

1. Emisión de contaminantes

Provenientes principalmente del tráfico vehicular de las vías y de las fuentes de emisiones industriales como plantas termoeléctricas, cementeras y químicas, generando dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos en altas concentraciones.

2. Inversión Térmica

Es más frecuente en el invierno, siendo un fenómeno que impide la difusión de contaminantes, pues estabiliza los movimientos verticales de la atmósfera.

3. Tolvaneras o domos de polvo

Se producen gran cantidad de partículas suspendidas provenientes de las zonas arriba mencionadas.

Por otro lado se determinó que por la ubicación de las zonas industriales, la concentración vehicular y los flujos de viento regional y local, la presencia de lluvia ácida pueda estar reflejada en las cañadas con orientación NW-SE y NE-SW, por lo que es posible que la vegetación de encinos y de coníferas puedan presentar una sintomatología basada en clorosis y necrosis en las hojas, posiblemente defoliación temprana y pérdida de follaje.

2. Medio Biótico

2.1 Vegetación

Debido a que es una zona protegida se presentan zonas conservadas en gran parte, sin embargo, en el área predomina la vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino (INEGI, 2013). Que para el caso, abarca toda el área de la zona de estudio. Esta se caracteriza por estar en un estado de sucesión cuando la vegetación original ha sido removida parcial, totalmente o suele estar perturbada en cierto grado, pese a dicho hecho, aún se puede observar ejemplares de *Quercus* formando un solo estrato arbóreo ó arbustivo bien desarrollado y cubriendo bastante espacio, entre los arbustos a veces presentes pueden mencionarse *Dasyllirion acrotriche*, *Nolina parviflora*, *Painteria leptophylla* y *Rhus standleyi* (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

2.1.1 Uso de suelo

En la tabla 1 se pueden mostrar los diferentes usos de suelo y vegetación del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, según Fotointerpretación y mapeo.

Tabla 1. Diferentes usos de suelo y vegetación del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, según Fotointerpretación y mapeo 1996

| Uso del Suelo / Tipo de Vegetación | Superficie (ha) | Parque de la Superficie total del Parque |
|------------------------------------|-----------------|--|
| Agricultura | 356.98 | 6.73 |
| Pastizal secundario | 1,549.77 | 29.21 |
| Matorral inerme | 643.91 | 12.13 |
| Matorral espinoso | 611.59 | 11.52 |
| Matorral de Q. microphylla | 56.76 | 1.07 |
| Bosque de galería (sec.) | 52.14 | 0.98 |
| Bosque de encino | 525.69 | 9.91 |
| Reforestación de eucalipto | 764.24 | 14.4 |
| Reforestación de pino | 23.58 | 0.44 |
| Reforestación de cedro | 134.82 | 2.54 |
| Nopalera | 522.4 | 9.84 |
| Zonas de erosión | 26.09 | 0.49 |
| Cuerpos de agua | 4.4 | 0.08 |
| Canteras | 6.22 | 0.12 |
| Tiraderos de basura | 14.09 | 0.27 |
| Asentamientos | 14.07 | 0.27 |
| TOTAL | 5,306.75 | 100 |

De manera complementaria en 1996 se generó un análisis cualitativo y cuantitativo de los trabajos de reforestación en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe. De lo cual se obtuvo como resultado que los trabajos de reforestación han sido muy intensos, llegando a abarcar una superficie de 1,943.96 ha, lo que corresponde al 36.63 % de la superficie total del Parque Estatal Sierra de Guadalupe aunque un 35.08 % de las áreas reforestadas no se reconocen como tales en el uso del suelo. Esto se debe, por un lado a que grandes porciones de reforestaciones recientes no se han logrado y, por otro, a que muchas áreas cuentan con dos y hasta tres etapas de reforestación sobrepuesta (6.08 % de la superficie del parque). Por otro lado y aunado a lo antes mencionado, el tipo de especies que se utilizaron para la reforestación en esos años limitaron la recuperación de la flora nativa de esa zona, por lo que como perspectiva a futuro se planea introducir

especies que ya se están propagando en un vivero dentro de la SG, como *Acacia farnesiana*, *Taxodium huegelii*, *Prunus salicifolia*, *Bursera sp.* *Quercus sp.*, y *Eysenhardtia polystachya* para promover mayor recuperación del bosque.

Por otro lado, se observó que las reforestaciones en buen estado se encontraban entre los grupos de mayor altura (más de 2.50 m). Esto es evidente, ya que el material arbóreo que alcanzó una altura determinada, ya pasó por la fase crítica, esto es, que ya se estableció.

Impactante fue el hecho, de que las reforestaciones en 1996 tuvieron un porcentaje de prosperidad menor al 80%. Esto se comprueba en campo, en donde se observa una gran cantidad de superficie cajeteada, pero sin planta o con arbolitos muertos, lo que se debe con seguridad a los errores en las técnicas de plantación. Es además evidente que no se han considerado condiciones ecológicas especialmente difíciles, como el efecto de ladera sobre colinas con exposición sur. Es notoria la falta de un control sistematizado de las actividades y resultados de los trabajos de reforestación. Será necesario implementar un sistema de seguimiento para el futuro, a fin de evaluar con más detalle los logros o fracasos de esta actividad.

2.2 Fauna

El estudio faunístico se basó principalmente en la evaluación bibliográfica de investigaciones que se llevaron a cabo anteriormente en la Sierra y observaciones generales sobre los requerimientos de las especies de la fauna. Todo esto complementado por observaciones que se hicieron en campo durante el mapeo de vegetación y usos de suelo, ya que para conocer el estado actual del sitio no resulta indispensable conocer el espectro faunístico completo del sitio. Más bien se trata de reconocer el estado de los hábitats potenciales de la fauna silvestre para valorar el nicho ecológico potencial de diversas especies.

En general se logró establecer que el grupo de las aves es el mejor representado de los vertebrados, seguramente por su movilidad. Existen aún elementos de la

fauna natural y, por otro, especies de carácter rural e introducido. También se encuentran algunos reptiles, anfibios y mamíferos de la fauna nativa.

La fauna nociva se concentra en zonas con altos impactos e influencia humana, como lo son los basureros, sin embargo también el paseo de mascotas por los circuitos, genera una afluencia aún mayor de fauna feral en el parque, lo que promueve generación de heces fecales y reproducción descontrolada de esta fauna dentro de la reserva.

3. Medio socioeconómico

3.1 Análisis regional y urbano

Se han identificado las características de la ubicación geográfica del Parque Estatal Sierra de Guadalupe y sus relaciones con el resto de la cuenca y se ha concluido que la parte Norte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México es la más poblada de la cuenca. En esta región existe un intenso intercambio de productos y servicios, tránsito de mercancías, personas y recursos financieros, todo ello se debe a la gran expansión industrial que la zona ha tenido durante los últimos 50 años. Esta situación ha propiciado que la zona se convierta en un gran captador de población inmigrante, sobre todo de las regiones campesinas del centro del país, que se han establecido en el perímetro de la Sierra de Guadalupe a través de procesos de invasión, asentamientos irregulares y urbanización de gran escala.

Lo antes mencionado ha provocado que en torno al actual parque se haya establecido un gran grupo de población heterogéneo, dinámico y en constante cambio y evolución. Es importante señalar también que el Norte de la Cuenca de México se pobló desde tiempos prehispánicos y nunca ha sido abandonado, razón por la cual existen núcleos de población de arraigo ancestral interactuando con los de reciente ocupación y generando condiciones de desarrollo urbano complejas, es decir desordenadas, contradictorias y polivalentes (SEMARNAT, 2005).

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

La red vial que comunica al parque con su entorno es compleja e incluye carreteras, avenidas periféricas, calle primarias, secundarias y locales, vialidades peatonales, andadores y veredas; es una red metropolitana de primer orden que soporta todo tipo de transporte: público, privado; de pasajeros, de carga; pesado, mediano y liviano; de gasolina, de gas y eléctrico. Lo cual hace del parque un centro de accesibilidad fácil y relativamente rápida.

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

En cuanto al equipamiento urbano, los cuatro municipios tienen servicios de Salud y Educación en el nivel más alto dentro del Estado de México, incluyendo un centro de hospitalización especializada localizado en el municipio de Ecatepec. En cuanto a Seguridad, los municipios de Ecatepec y Tlalnepantla tienen los índices más altos de delincuencia en el Estado, con la más alta frecuencia de delitos de robo y lesiones, mientras que los de Coacalco y Tultitlán corresponden a los de índice más bajo. El equipamiento Cultural y Recreativo en los cuatro municipios es casi inexistente, considerando que solamente en el municipio de Ecatepec un mínimo equipamiento deportivo (Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, 1999).

3.2 Área de Influencia directa al parque

La consideración del entorno socioeconómico en el que se ubica el Parque Estatal Sierra de Guadalupe es definitiva para la operatividad de cualquier plan de manejo o implementación de medidas de mitigación, ya que por un lado, es precisamente la presión social de las poblaciones que colindan con él lo que está causando gran parte de su deterioro y, por el otro, uno de los objetivos de mayor importancia es

dotar de áreas verdes a las zonas urbanas deficitarias que se ubican en sus alrededores.

En el Programa de Manejo de la Sierra de Guadalupe realizado en 1996 se analizaron las características socioeconómicas poblacionales del entorno del parque. Se estudiaron los cuatro municipios colindantes con el parque, Coacalco, Ecatepec, Tlalnepantla, Tultitlán y Gustavo A. Madero.

La principal fuente de información para la evaluación de estas características a nivel municipio y delegación fueron las publicaciones de INEGI.

Cómo resultado al análisis socioeconómico del área de influencia del parque se concluyó que a pesar de que el nivel de bienestar no alcanza el pleno desarrollo, una comparación con otros municipios del país, sitúa a los cuatro municipios estudiado en los niveles más altos. Así lo demuestran las variables socioeconómicas consultadas. Sin embargo lo que resulta evidente en los cuatro municipios es el desenfrenado crecimiento demográfico y urbano. Esta situación no ha estado acompañada de una planeación que dirija y optimice el uso de recursos y garantice, para las comunidades un mejor nivel de bienestar.

El caso de la Gustavo A. Madero es un tanto distinto, pues se encontró una saturación absoluta del espacio para el desarrollo urbano, lo que frena el crecimiento poblacional, obligando a familias jóvenes a emigrar a los municipios del Estado de México cercanos.

El resultado es la conglomeración de sistemas netamente urbanos con demandas medianamente satisfechas, pero con problemáticas estructurales.

Se definieron las características de población, vivienda, infraestructura y servicios, actividad económica y empleo, salud y educación, así como seguridad para cada una de las entidades en cuestión, haciendo finalmente una integración comparativa de las cinco.

La tabla 2 resume las características socioeconómicas principales del área de influencia del parque.

Tabla 2. Características socioeconómicas

| Municipios del Estado de México colindantes con la Sierra de Guadalupe y Delegación Gustavo A. Madero | | | | | | | |
|---|-----------|---------------------|-----------|-------------------------|-----------|------------------------------|---------------------------------------|
| Variable socioeconómica | unidad | Tlalnepantla de Baz | Tultitlán | Coacalco de Berriozábal | Ecatepec | Delegación Gustavo A. Madero | Promedio de los 4 Municipios y Deleg. |
| Población Total | habitante | 713,180 | 361,350 | 204,610 | 1,456,438 | 1,268,068 | 4,003,646 |
| Hombres | s (%) | 49 | 49 | 49 | 49 | 48 | 49 |
| Mujeres | (%) | 51 | 51 | 51 | 51 | 52 | 51 |
| Población estatal | (%) | 6 | 3 | 1.7 | 12 | 15(*) | 22.7(**) |
| Población nacional | (%) | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 1.6 | 1.4 | 3.0 |
| Hijos por mujer | (a) | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| Migración reciente | (b) | 9.3 | 17 | 19 | 17.2 | 3.6 | 13.2 |
| Alfabetismo | (c) | 94.6 | 95.1 | 97.7 | 94.7 | 97.9 | 96.0 |
| Asistencia escolar infantil | (d) | 95.7 | 95.9 | 97.2 | 95.4 | 96.4 | 96.5 |
| Asistencia escolar de 12-14 años | (e) | 91.2 | 92.4 | 95.2 | 90.8 | 92.6 | 92.4 |
| Asistencia escolar de la población de 15-19 años | (f) | 57.5 | 55.3 | 69.4 | 52.9 | 61.5 | 59.3 |
| Escolaridad | (g) | 6.4 | 7.9 | 9.2 | 7.6 | 8.6 | 6.3 |
| Población con postprimaria | (h) | 60.7 | 57.9 | 70.8 | 54.5 | 64.2 | 61.6 |
| Dependientes económicos | (i) | 1.9 | 2.3 | 2.1 | 2.2 | 2.0 | 2.1 |
| Ocupados en el sector primario | (j) | 0.3 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 0.5 |
| Ocupados en el sector no primario | (k) | 95.5 | 95.6 | 95.3 | 96 | 95.6 | 95.6 |
| Ingresos menores al salario mínimo | (l) | 19.4 | 20.9 | 16.3 | 22 | 18.4 | 19.4 |
| Ingresos superiores a cinco salarios mínimos | (m) | 10.3 | 7.1 | 11 | 5.5 | 7.4 | 8.3 |
| Disponibilidad de drenaje | (n) | 95.9 | 82.1 | 87.7 | 85.7 | 97.2 | 91.7 |
| Disponibilidad de agua entubada | (n) | 97.5 | 88.1 | 97.2 | 88.5 | 97.8 | 93.8 |
| Disponibilidad de electricidad | (n) | 99.6 | 98.3 | 99.1 | 96.9 | 99.6 | 98.7 |
| Viviendas con un cuarto | (n) | 7.3 | 5.4 | 1.5 | 8.9 | 5.7 | 5.8 |
| Hacinamiento | (o) | 1.2 | 1.3 | 1 | 1.4 | 1.2 | 1.2 |
| Población rural | (p) | 0.1 | 1.3 | 0.5 | 0 | 0 | 0.4 |
| Población urbana | (q) | 99.9 | 98.7 | 99.5 | 100 | 100 | 99.6 |
| Nivel de bienestar del municipio | (r) | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Fuentes: INEGI, 1990, 1995

Notas: (*) porcentaje de la población del D.F.; (**) sin tomar en cuenta la Deleg. G.A. Madero; (a) promedio de hijos nacidos vivos por mujer de 12 años y más; (b) proporción de inmigrantes recientes (de 1985 al momento de la elaboración del último censo de población) de otras entidades que llegaron al municipio respecto a la población de cinco años y más del municipio; (c) porcentaje de población alfabeta de entre el grupo de población municipal de 15 años o más de edad; (d) % respecto a la población de 6 a 11 años del municipio; (e) % respecto a la población de entre 12 y 14 años del municipio; (f) % respecto a la población de entre 15 y 19 años del municipio; (g) promedio de escolaridad de entre la población de 15 años o más de cada municipio; (h) % con respecto a la población de 15 años o más del municipio; (i) número de personas económicamente inactivas o menores de 12 años que existen por cada persona económicamente activa; (j) proporción de ocupados que llevan a cabo su actividad económica en el sector primario (agrícola, ganadero, forestal, pesquero y cazador); (k) proporción de ocupados que llevan a cabo su actividad económica en el sector secundario (industrial) y terciario (servicios); (l) y (m) % con respecto de la población ocupada; (n) porcentaje de viviendas que cuentan con esta característica; (o) promedio de ocupantes por cuarto; (p) porcentaje de la población municipal que habita en localidades menores a 5,000 habitantes; (q) proporción de población municipal que habita en localidades de 15,000 habitantes o más; (r) nivel de bienestar de acuerdo a la escala de clasificación del INEGI, dónde 1 representa el nivel de bienestar más bajo y 7 el nivel más alto

Ya que una de las funciones principales del Parque Estatal Sierra de Guadalupe es la de fungir como área verde para la recreación, el deporte, la cultura y el esparcimiento, se han llevado a cabo evaluaciones de las áreas verdes existentes en los cuatro municipios del Estado de México, colindantes al parque.

A las conclusiones a las que se han llegado es que se observa una carencia de áreas verdes en prácticamente todos los municipios. Tan solo Tlalnepantla alcanza a cubrir al menos una tercera parte de la recomendación de la Organización Mundial de Salud de 12.5 m² por habitantes. En Ecatepec y Tultitlán las áreas verdes dominantes son los panteones e iglesias, en Coacalco se trata de áreas verdes ligadas a vialidades, esto es, camellones. La utilidad de zonas de este tipo para el esparcimiento y la recreación es muy dudoso. Sólo el municipio de Tlalnepantla cuenta con un número aceptable de áreas deportivas (Programa

de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Coacalco de Berriozábal, México).

La aportación que puede hacer el Parque Estatal Sierra de Guadalupe para atender las necesidades de la población de áreas de este tipo es importantísima, dada la extensión del área protegida y su ubicación. Sin embargo es importante tomar en cuenta, la planeación del uso de suelo enfocado al esparcimiento, puesto que esta actividad tiene un impacto significativo en el estado ambiental del Parque (Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, 1999).

3.3 Población del Parque Estatal Sierra de Guadalupe

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

Se han definido ya los tipos de propiedad prevalecientes en el parque (ejidos, comunidades, propiedad privada y propiedad estatal). El análisis incluye un plano de tenencia de la tierra, en el que se ubicaron los límites aproximados de propiedad, de acuerdo a la evaluación de documentación disponible de la Secretaría de la Reforma Agraria, así como del Registro Público de la Propiedad, sin embargo ésta presenta discrepancias, por lo que será necesario llevar a cabo un estudio que defina las condiciones de propiedad en la zona. Esto para gestionar la expropiación, así como para cuantificar potenciales beneficios para los propietarios, resultantes de la participación en proyectos e inversiones en el parque.

También se identificaron las características generales de los distintos grupos de población involucrados directamente en el parque y se ubicaron los asentamientos irregulares que se encuentran dentro del parque.

Se realizó un breve análisis de las actividades económicas que se llevan a cabo dentro de los límites del parque, del que se obtuvo como resultado que ni la agricultura, ni la ganadería están adecuadas a las condiciones ambientales del parque, por lo que impactan negativamente sobre los recursos bióticos y abióticos. Los beneficios económicos que percibe la población del parque por este tipo de actividades son mínimos (Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, 1999).

IV. Materiales y Métodos

Se trazó un perímetro de trabajo de 174, 412 m² utilizando un GPS GARMIN Etrex High Sensitivity. La base de datos fue procesada en QGis Versión 2.2.0 para obtener la cartografía de la zona, adquiriendo información física y biótica que contribuyó a la caracterización del sitio. Se realizó la revisión bibliográfica de los inventarios biológicos proporcionados por la Coordinación General de Conservación Ecológica en los últimos 5 años dentro de la SG y los Planes de Manejo de 1996 y 1999. Estos listados fueron corroborados mediante muestreos en campo del 04 de febrero al 20 de abril del 2017. Para estimar los volúmenes forestales, se tomaron en cuenta las áreas arboladas, que tuvieron una superficie superior a 1 200 m². Una vez reconocidas, se realizaron dos cuadrantes de 10 x 20 m en cada área arbolada, siguiendo los criterios utilizados por la Comisión Nacional Forestal en 2015 (figura 2).

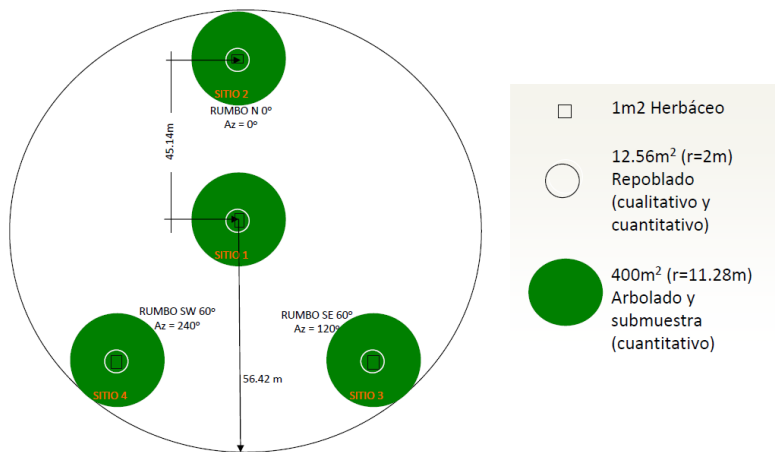


Figura 2. Diseño de las unidades de muestreo para bosques, comunidades áridas, semiáridas, galería y palmar

Para medir volumen maderable y captación de carbono, se tomaron diversos parámetros; los diámetros de los árboles a la altura del pecho (DAP - 1.3 m), la altura de los árboles, el diámetro de la copa, la altura de la copa y se identificaron las especies de árboles que cubrían el dosel. El material vegetal, fue prensado en campo e identificado en el Herbario de la FESI, UNAM.

Los vertebrados se buscaron en campo mediante muestreo dirigido. Los mamíferos se determinaron, usando el Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México de Aranda (2012), para la captura del suborden Serpentes (culebras y serpientes) se utilizaron ganchos herpetológicos; la captura de organismos del suborden Sauria (lagartijas) se realizó de manera manual, tomando siempre las precauciones necesarias (Gaviño, et al. 1996) y se identificaron mediante las guías de reptiles (Casas y McCoy, 1979) y (Stebbins, R.C. y Collins, J. T., 1992). Para las aves se utilizó la guía de la (National Geographic Society, 1996) y la Guía de campo de Aves comunes de la Ciudad de México, 2012. Se tomaron en cuenta los criterios establecidos en la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 para determinar las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Estas categorías son: Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E), en Peligro de Extinción (P), Amenazada (A) y Sujeta a Protección Especial (Pr).

Identificación de acciones generadoras de impacto

Para identificar las acciones generadoras de impacto se elaboró la descripción de la zona, con base en la técnica de listas de chequeo, que engloba tanto características biológicas como ecológicas, estético-culturales y sociales del lugar, estas se realizarán mediante encuestas (Anexo 1) a los habitantes y observación directa, para identificar las actividades actuales que generan perturbaciones al ambiente; como la introducción de especies exóticas a la reserva o el mal manejo de los recursos, así como actividades recreativas, de mantenimiento, costumbres y tradiciones respecto a la utilización de los recursos.

Trabajo de Laboratorio

Toda la información obtenida en campo se está analizando en el laboratorio usando:

Matriz tipo Leopold (Causa-efecto). Que incluye la identificación y valoración de las acciones sobre los elementos que integran el ambiente presente en la zona.

Redes de Sorensen. Estas se construyen a partir de una lista de actividades para establecer la relación causa-condición-efecto y tiene como finalidad reconocer una serie de impactos mayores en una acción de proyección a futuro.

Finalmente, se desarrolló el modelo propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente en 1995, un sistema de indicadores ambientales en el marco conceptual Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR), en el cual las *Fuerzas Motrices* son los factores socio-económicos que causan o favorecen cambios en el medio ambiente, las *Presiones* son factores naturales o antropogénicos que influyen directamente el estado del medio ambiente, cambiando la calidad ambiental y la cantidad de los recursos naturales; el Estado se refiere a medidas de la calidad ambiental y la cantidad de recursos naturales influenciados por las Presiones; los Impactos son los resultados de la condición del ambiente sobre las personas, animales y procesos ecológicos, finalmente, las Respuestas son los esfuerzos que tendría que realizar la sociedad para responder a los cambios y problemas ambientales (SEMARNAT y EPA, 2006).

V. Resultados

FLORA

Fueron identificadas 67 especies de plantas incluidas en 48 géneros y 30 familias; siendo las más representativas Asteraceae, Cactaceae y Fagaceae con 10, 6 y 6 respectivamente. La familia Fagaceae comprende a las especies de encinos de la SG, las cuales son; *Quercus rugosa*, *Q. crassipes*, *Q. desertícola*, *Q. laeta*, *Q. microphylla* *Q. mexicana* (Tabla 3).

Se registraron familias que no corresponden a la vegetación nativa, tal es el caso de Myrtaceae, Resedaceae y herbáceas de las familias Solanaceae y Euphorbiaceae, que son indicadoras de ambientes perturbados como resultado de las actividades humanas (Lozano-García et al, 2007).

Tabla 3. Registro Florístico obtenido en la cañada del Encinar, Parque Estatal Sierra de Guadalupe

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059- 2010 |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Agavaceae | <i>Agave spp.</i> | “Maguey” | _____ |
| Amaryllidaceae | <i>Sprekelia formosissima</i> | “Azcalxóchitl”, “Lirio azteca” | _____ |
| Anacardiaceae | <i>Schinus molle</i> | “Pirul”, “Árbol del Perú” | _____ |
| Asparagaceae | <i>Dasyilirion acrotriche</i> | “Cucharilla” | _____ |
| Asparagaceae | <i>Yucca filifera</i> | “Yuca”, “Izote” | _____ |
| Compositae | <i>Bacharis conferta</i> | “Escobilla” | _____ |
| Compositae | <i>Cosmos bipinnatus</i> | “Girasol morado”, “Girasol” | _____ |
| Compositae | <i>Gnaphalium spp.</i> | “Gordolobo” | _____ |
| Compositae | <i>Tagetes</i> | “Cempazúchitl”, “Santa María” | _____ |

| | | | |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------|-------|
| | <i>ternuifolia</i> | | |
| Compositae | <i>Verbesina virgata</i> | “Romerillo” | _____ |
| Compositae | <i>Eupatorium sp.</i> | “Eupatorium” | _____ |
| Compositae | <i>Senecio salignus</i> | “Jarilla” | ----- |
| Compositae | <i>Vernonia sp.</i> | | _____ |
| Compositae | <i>Zaluzania augusta</i> | “Cenicilla” | _____ |
| Berberidaceae | <i>Berberis moranensis.</i> | “Palo amarillo” | _____ |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia sp.</i> | “Heno” | _____ |
| Burseeaceae | <i>Bursera cuneata</i> | “Copal” | _____ |
| Cactaceae | <i>Mammillaria auriceps</i> | “Mamilaria” | _____ |
| Cactaceae | <i>Mammillaria erectacantha</i> | “Mamilaria” | _____ |
| Cactaceae | <i>Opuntia imbricata</i> | “Xoconostli”, “Cardón”, “Abrojo” | _____ |
| Cactaceae | <i>Opuntia streptacantha</i> | “Nopal cardón”, “Tuna cardona” | _____ |

| | | | |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------|
| Cactaceae | <i>Opuntia tunicata</i> | “Abrojo” | _____ |
| Cactaceae | <i>Stenocactus obvallatus</i> | “Cactus” | _____ |
| Casuarinaceae | <i>Casuarina equisetifolia</i> | “Casuarina”, “Falso pino” | _____ |
| Commelinaceae | <i>Commelina coelestris</i> | “Quesadilla” | _____ |
| Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> | “Hierba del pollo”, “Quesadilla” | _____ |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea sp.</i> | “Manto” | _____ |
| Cupressaceae | <i>Cupressus lindleyi</i> | “Cedro blanco”, “Ciprés” | _____ |
| Ericaceae | <i>Arbutus xalapensis</i> | “Madroño”, “Manzanita” | _____ |
| Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> | “Higuerilla”, “Recino” | _____ |
| Fabaceae | <i>Cassia tomentosa</i> | “Retama de tierra caliente” | _____ |
| Fabaceae | <i>Eysenhardtia polystachya</i> | “Palo dulce” | _____ |
| Fabaceae | <i>Mimosa</i> | “Uña de gato” | _____ |

| | | | |
|-----------|----------------------------|---|------------------------|
| | <i>acanthocarpa</i> | | |
| Fabaceae | <i>Mimosa biuncifera</i> | “Uña de gato” | |
| Fagaceae | <i>Quercus crassipes</i> | “Encino chilillo”, Encino capulincillo” | |
| Fagaceae | <i>Quercus deserticola</i> | “Encino chino” | |
| Fagaceae | <i>Quercus laeta</i> | “Encino” | |
| Fagaceae | <i>Quercus microphylla</i> | “Encinillo” | |
| Fagaceae | <i>Quercus mexicana</i> | “Encino blanco”, “Encino laurelillo” | |
| Fagaceae | <i>Quercus rugosa</i> | “Encino roble”, “Hojancha” | |
| Poaceae | <i>Bouteloa gracilis</i> | “Zacate” | |
| Poaceae | <i>Bouteloa filiformis</i> | “Zacate” | |
| Poaceae | <i>Festuca sp.</i> | “Zacate” | |
| Poaceae | <i>Hilaria cenchroides</i> | “Gramma” | |
| Lamiaceae | <i>Salvia spp.</i> | “Salvia” | Hay una endémica en PR |

| | | | |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Loasaceae | <i>Mentzelia hispida</i> | “Pegarropa” | _____ |
| Mimosaceae | <i>Acacia farnesiana</i> | “Huizache”, “Guisache”, “Acacia” | _____ |
| Mimosaceae | <i>Acacia shaffneri</i> | “Huizache”, “Guisache”, “Acacia” | _____ |
| Mimosaceae | <i>Prosopis juliflora</i> | “Mezquite”, “Huizache”, “Algarrobo” | _____ |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | “Eucalipto” | _____ |
| Pinaceae | <i>Pinus cembroides</i> | “Pino piñonero”, “Piñonero” | _____ |
| Pinaceae | <i>Pinus leiophylla</i> | “Pino” | _____ |
| Pinaceae | <i>Pinus montezumae</i> | “Pino real”, “Pino blanco” | _____ |
| Pinaceae | <i>Pinus patula</i> | “Pino” | _____ |
| Pinaceae | <i>Pinus radiata</i> | “Pino” | _____ |
| Poaceae | <i>Muhlenbergia rígida</i> | “Zacatón” | _____ |
| Poaceae | <i>Muhlenbergia robusta</i> | “Zacatón” | _____ |
| Polemoniaceae | | | _____ |

| | | | |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|
| | <i>Loeselia mexicana</i> | “Espinosa”, “Chuparrosa” | |
| Resedaceae | <i>Reseda luteola</i> | “Gualda” | |
| Rosaceae | <i>Amelanchier denticulata</i> | “Membrillo cimarrón”, “Tlaxiste” | |
| Rosaceae | <i>Crataegus mexicana</i> | “Tejocote” | |
| Rubiaceae | <i>Bouvardia ternifolia</i> | “Trompetilla” | |
| Scrophulariaceae | <i>Buddleia parviflora</i> | “Tepozán de cerro” | |
| Scrophulariaceae | <i>Buddleja cordata</i> | “Tepozán” | |
| Scrophulariaceae | <i>Buddleja sessiliflora</i> | “Tepozán”, “Mispatlé” | |
| Selaginellaceae | <i>Sellaginella sp.</i> | “Doradilla” | No endémica P |
| Solanaceae | <i>Physalis spp.</i> | “Tomatillo” | |

FAUNA

Con la información obtenida en el trabajo de campo y la revisión bibliográfica, se elaboraron listados faunísticos de las clases de vertebrados registrados en la zona, los cuales se presentan a continuación.

- Anfibios y reptiles

Se registra la herpetofauna integrada por 13 especies (Tabla 4), de las cuales 6 se encuentran sujetas a Protección Especial y 5 están Amenazadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, del total de especies 12 de ellas pertenecen al orden Squamata y 1 al orden amphibia. Las especies del orden Squamata se distribuyen en dos subórdenes y cinco familias. Las más representativas son Phrynosomatidae, Colubridae y Viperidae, con 4: 3 y 3 especies respectivamente.

Tabla 4. Listado de reptiles registrados para el Parque Estatal Sierra de Guadalupe Categoría de riesgo: (P) En Peligro de Extinción, (A) Amenazada y (Pr) Sujetas a Protección Especial.

| ORDEN | SUBORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Categoría de riesgo NOM-059-2010 |
|----------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--|---|
| Squamata | Lacertilia | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus mucronatus</i> | Chintete, Lagartija escamosa de grieta sureña | ----- |
| | | | <i>Sceloporus torcuatus</i> | Lagartija escamosa barrada | ----- |
| | | | <i>Sceloporus grammicus</i> | Lagartija escamosa de mezquite | No endémica- Pr |
| | | | <i>Phrynosoma orbiculare</i> | Lagartija cornuda de montaña | Endémica- A |
| | | Teiidae | <i>Aspidoscelis mexicanus</i> | Huico mexicano | Endémica- Pr |
| | | Anguidae | <i>Barisia imbricate</i> | Lagarto alicante del Popocatepetl | Endémica- Pr |
| | | Serpentes | Colubridae | <i>Thamnophis scalaris</i> | Culebra listonada de montaña cola larga |
| | <i>Pituophis deppei deppei</i> | | | Culebra sorda mexicana | Endémica- A |
| | <i>Salvadora bairdi</i> | | | Culebra parchada de Baird | Endémica- Pr |
| | Viperidae | | <i>Crotalus triseriatus aquilus</i> | Hocico de puerco, Colcóatl, viborita de cascabel | Endémica- Pr |
| | | | <i>Crotalus molossus nigrescens</i> | Cascabel de monte, Cascabel serrana | No endémica- Pr |

| | | | | | |
|-----------------|--------------|----------------|------------------------|------------------------------------|-------------|
| | | | <i>Crotalus ravus</i> | Víbora de cascabel pigmea mexicana | Endémica- A |
| Amphibia | Anura | Hylidae | <i>Hyla arenicolor</i> | Ranita de cañón | ----- |

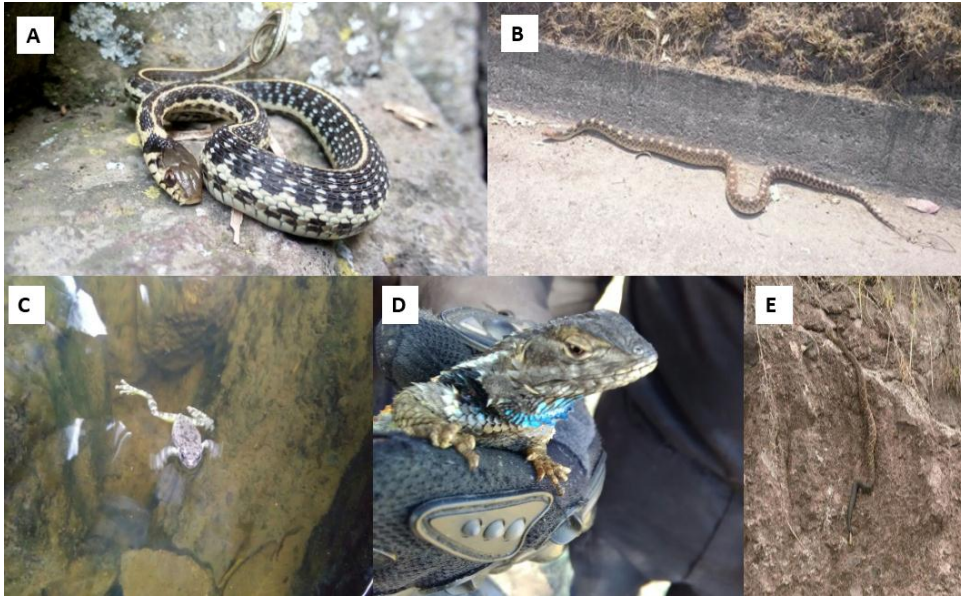


Figura 3. A) *Thamnophis scalaris*, B) *Crotalus triseriatus aquilus*, C) *Hyla arenicolor*, D) *Sceloporus mucronatus*, E) *Crotalus molossus*

- Aves

Para la Cañada el Encinar y sus alrededores se registran 11 especies (Tabla 5), repartidas en ocho órdenes y 10 familias. Los órdenes que agrupan una mayor cantidad de especies son Accipitriformes, Strigiformes y Passeriformes. De las especies registradas dos se encuentran sujetas a Protección Especial, *Cyrtonyx montezumae* y *Megascops asio*.

Tabla 5. Listado de aves registradas en la Cañada el Encinar, Parque Estatal Sierra de Guadalupe. Categoría de riesgo: (P) En Peligro de Extinción, (A) Amenazada y (Pr) Sujetas a Protección Especial.

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Categoría de riesgo NOM-059-2010 |
|------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------|---|
| Falconiformes | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo americano | _____ |
| Galliformes | Odontophoridae | <i>Cyrtonyx montezumae</i> | Codorniz Moctezuma | No endémica- Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | _____ |
| | | <i>Parabuteo uncinctus</i> | Aguililla rojinegra | _____ |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Geococcyx californianus</i> | Correcaminos norteño | _____ |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida macroura</i> | Paloma huilota | _____ |
| Strigiformes | Strigidae | <i>Megascops asio</i> | Tecolote oriental | No endémica- Pr |
| | Tytonidae | <i>Tyto alba</i> | Lechuza de campanario | _____ |
| Caprimulgiformes | Trochilidae | <i>Cynanthus latirostris</i> | Colibrí pico ancho | _____ |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Thyromanes bewickii</i> | Chivirín cola oscura | _____ |
| | Emberizidae | <i>Spizella atrogularis</i> | Gorrión barba negra | _____ |



Figura 4. *Megascops asio* asesinado y sin ojos

- Mamíferos

Para la zona de estudio se reportaron ocho especies de mamíferos de ocho familias diferentes, divididas en cuatro órdenes; los que registran mayor número de especies son el orden Rodentia y Carnívora, con tres especies cada uno (Tabla 6). Sin embargo, el Parque también cuenta con otras especies que han sido introducidas en UMA's como *Odocoileus virginianus*, *Tapirus bairdii* y *Bison bison*; para los cuales se tienen planes de manejo desactualizados y sirven para educación ambiental y de exhibición para los visitantes.



Figura 5. A) *Urocyon cinereoargenteus*, B) *Urocyon cinereoargenteus* asesinado violentamente por humanos, C) Excreta sobre roca de *Didelphis virginiana*

**Tabla 6. Listado de mamíferos registrados en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe.
Categoría de riesgo: (P) En Peligro de Extinción, (A) Amenazada y (Pr) Sujetas a
Protección Especial.**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Categoría de riesgo NOM-059-2010 |
|----------------|--------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Didelphimorpha | Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache norteño | _____ |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano | _____ |
| Rodentia | Sciuridae | <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla vientre rojo | _____ |
| | Geomyidae | <i>Pappogeomys tylosinus</i> | Tuza llanera | _____ |
| | Heteromyidae | <i>Liomys irroratus alleni</i> | Ratón espinoso mexicano | _____ |
| Carnivora | Mephitidae | <i>Mephitis macroura</i> | Zorrillo listado sureño | _____ |
| | Felidae | <i>Linx rufus</i> | Lince americano | ----- |
| | Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | _____ |

Volúmen maderable

Se encontró que la especie más abundante es *Quercus rugosa*, sin embargo, los árboles que tienen un mayor potencial de volumen maderable son *Q. desertícola*, *Q. laeta*, seguidos de *Q. rugosa* (tabla 7).

**Tabla 7. Volumen maderable por especie en la Cañada el Encinar, Parque Estatal
Sierra de Guadalupe**

| RESUMEN PREDIO / ÁREA ARBOLADA 1 | | | SUPERFICIE 1850m2 | | | |
|----------------------------------|-----------|----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| ESPECIE | DIAM-PROM | ALT-PROM | VOL-IND | NUM-ÁRBOL (203 m2) | NUM-ÁRBOL-TOT (1850 m2) | VOL-ARBOL-TOT (m3 rta) |
| Q. rugosa | 25.13 | 16.65 | 0.48 | 30 | 273 | 4.36 |
| Q. microphylla | 23 | 7.09 | 0.15 | 1 | 9 | 1.40 |
| Crataegus mexicana | 14.5 | 9.80 | 0.09 | 4 | 36 | 0.85 |
| Q. deserticola | 41 | 16.76 | 1.06 | 3 | 27 | 9.67 |
| RESUMEN PREDIO / ÁREA ARBOLADA 2 | | | SUPERFICIE 6523 m2 | | | |
| ESPECIE | DIAM-PROM | ALT-PROM | VOL-IND | NUM-ÁRBOL (551 m2) | NUM-ÁRBOL-TOT (6523 m2) | VOL-ARBOL-TOT (m3 rta) |
| Q. rugosa | 23.14 | 8.60 | 0.23 | 14 | 166 | 2.74 |
| Q. laeta | 24.27 | 16.06 | 0.48 | 13 | 154 | 5.73 |
| Q. microphylla | 11.00 | 5.43 | 0.03 | 1 | 12 | 0.35 |
| Q. deserticola | 22.17 | 9.80 | 0.24 | 12 | 142 | 2.84 |
| Eucalyptus camaldulensis | 20.33 | 12.37 | 0.21 | 3 | 36 | 2.50 |
| RESUMEN PREDIO / ÁREA ARBOLADA 3 | | | SUPERFICIE 5274 m2 | | | |
| ESPECIE | DIAM-PROM | ALT-PROM | VOL-IND | NUM-ÁRBOL (240.27 m2) | NUM-ÁRBOL-TOT (5274 m2) | VOL-ARBOL-TOT (m3 rta) |
| Q. laeta | 19.78 | 8.89 | 0.17 | 9 | 198 | 3.76 |
| Q. deserticola | 18.07 | 9.04 | 0.14 | 29 | 637 | 3.15 |
| Q. rugosa | 18.04 | 9.61 | 0.15 | 26 | 571 | 3.26 |
| RESUMEN PREDIO / ÁREA ARBOLADA 4 | | | SUPERFICIE 834 m2 | | | |
| ESPECIE | DIAM-PROM | ALT-PROM | VOL-IND | NUM-ÁRBOL (205.2 m2) | NUM-ÁRBOL-TOT (834 m2) | VOL-ARBOL-TOT (m3 rta) |
| Q. laeta | 25.67 | 16.21 | 0.45 | 6 | 24 | 1.85 |
| Q. deserticola | 26.13 | 12.00 | 0.40 | 24 | 98 | 1.62 |
| Q. rugosa | 23.58 | 12.79 | 0.36 | 12 | 49 | 1.45 |

Captura de carbono

Con base a los datos obtenidos de volumen maderable se calculó el valor económico de la captura de carbono (Tabla 8), obteniéndose los siguientes datos:

Tabla 8. Valor económico de la captura de Carbono por especie en la Cañada el Encinar, Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

| Área arbolada 1 | | | | | |
|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|--------------|---|
| Especie | Volúmen total m3 | Factor Densidad | Factor Captura de CO2 | Total de CO2 | Valor Económico de la Captura de Carbono en pesos |
| Q. rugosa | 4.36 | 0.6 | 0.45 | 1.18 | 137.82 |
| Q. microphylla | 1.40 | | | 0.38 | 44.22 |
| Crataegus mexicana | 0.85 | | | 0.23 | 26.95 |
| Q. deserticola | 9.67 | | | 2.61 | 305.68 |
| Área arbolada 2 | 16.27 | | TOTAL: | 4.39 | 514.68 |
| Especie | Volúmen total m3 | Factor Densidad | Factor Captura de CO2 | Total de CO2 | Valor Económico de la Captura de Carbono en pesos |
| Q. rugosa | 2.74 | 0.6 | 0.45 | 0.74 | 86.78 |
| Q. laeta | 5.73 | | | 1.55 | 181.13 |
| Q. microphylla | 0.35 | | | 0.10 | 11.17 |
| Q. deserticola | 2.84 | | | 0.77 | 89.79 |
| Eucalyptus camaldulensis | 2.50 | | | 0.67 | 79.05 |
| Área arbolada 3 | 14.16 | | TOTAL: | 3.82 | 447.92 |
| Especie | Volúmen total m3 | Factor Densidad | Factor Captura de CO2 | Total de CO2 | Valor Económico de la Captura de Carbono en pesos |
| Q. laeta | 3.76 | 0.6 | 0.45 | 1.02 | 118.99 |
| Q. deserticola | 3.15 | | | 0.85 | 99.73 |
| Q. rugosa | 3.26 | | | 0.88 | 103.24 |
| Área arbolada 4 | 10.18 | | TOTAL: | 2.75 | 321.97 |
| Especie | Volúmen total m3 | Factor Densidad | Factor Captura de CO2 | Total de CO2 | Valor Económico de la Captura de Carbono en pesos |
| Q. laeta | 1.85 | 0.6 | 0.45 | 0.50 | 58.43 |
| Q. deserticola | 1.62 | | | 0.44 | 51.35 |
| Q. rugosa | 1.45 | | | 0.39 | 45.93 |
| | 4.92 | | TOTAL: | 1.33 | 155.71 |
| Total ARB: | 45.54 | | | 12.30 | 1440.28 |

Recarga de agua

La captación de agua en los suelos de la SG, se ve afectada por el grado de pendiente que hay en el terreno y el tipo de suelo que se encuentra en estas

zonas, es por ello que se calculó el volumen medio de escurrimiento para el área de trabajo y resultó ser de 87000 m³. Lo que implica la necesidad imperante de que la cobertura forestal de la SG sea abundante (al menos el 75%) para que se retenga suficiente agua en el suelo y se recarguen los mantos freáticos del subsuelo.

Pérdida de suelo

Se realizaron los análisis correspondientes para obtener el grado de erosión del suelo del área de estudio y se obtuvo que anualmente se pierde una lámina de suelo de 270.99 mm en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación de suelo y agua (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo). La erosión es de 216.79 t/ha al año, la cual es mayor a la máxima permisible que en algunas regiones de México (10 t/ha al año). Por lo que los valores indican un alto grado de degradación del suelo, ya que la deforestación, los incendios, la precipitación media anual, la pendiente y las prácticas depredadoras de los humanos, aunado a las prácticas de agricultura, fomentan la acelerada pérdida de suelo.

Encuestas

A continuación se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación de dos formatos de encuestas, una dirigida para los trabajadores y otra para los visitantes de la SG (Anexo I), con relación a la situación ambiental que se presenta en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe. El 62.9% de los visitantes interrogados fueron hombres y el 37.1% mujeres. Con lo que respecta a los trabajadores, el 20% fueron mujeres y el 80% hombres, todas las personas eran mayores de edad.

El 92.30% de los pobladores dijo saber que el Parque Estatal SG era un ANP, sin embargo la mínima parte que equivale al 3% de las personas que visitan la Sierra, participan en actividades de reforestación y/o conservación, mientras que el 48% realiza únicamente actividades lúdicas como caminata o senderismo (Figura 6).

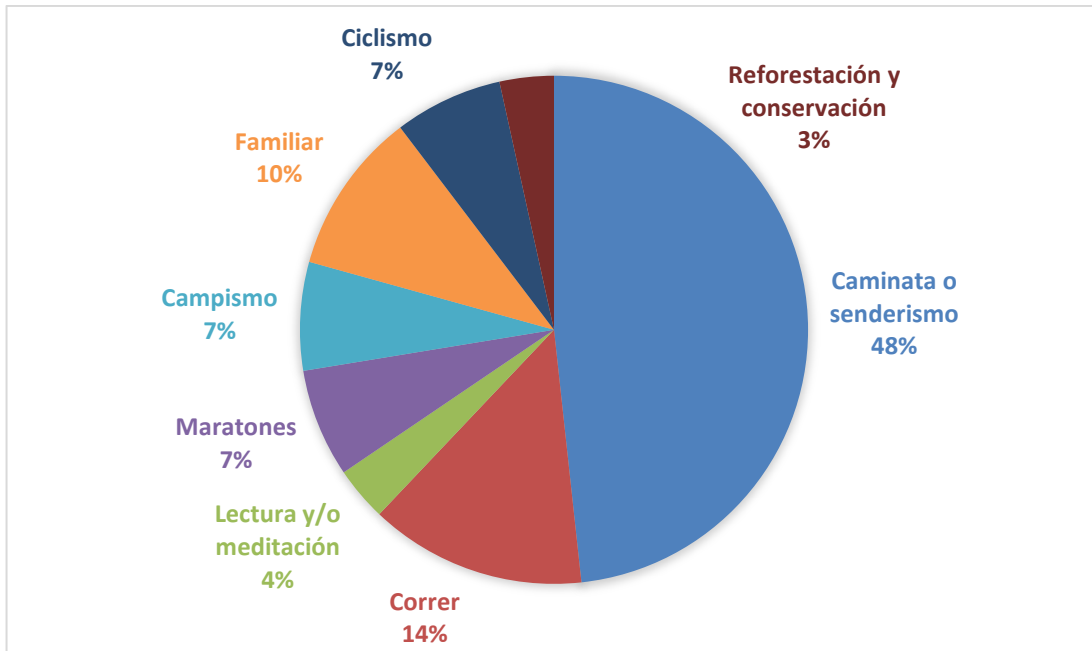


Figura 6. Actividades que realizan los visitantes dentro del parque (Datos de visitantes)

El 84.6% de los visitantes del Parque dicen tener más de 8 años visitando la Reserva, sin embargo la mayoría de los entrevistados enuncia que la frecuencia con la que lo hace es en promedio una vez al mes o menos, esto según dicen es en mayor proporción porque la SG es un lugar tranquilo para relajarse y porque les gusta estar en contacto con la naturaleza.

En las encuestas realizadas a los trabajadores se pudo rescatar información acerca de los usos del suelo en el parque, dentro de los cuales resaltó la conservación, seguido de recreación, agricultura y ganadería (Figura 7).

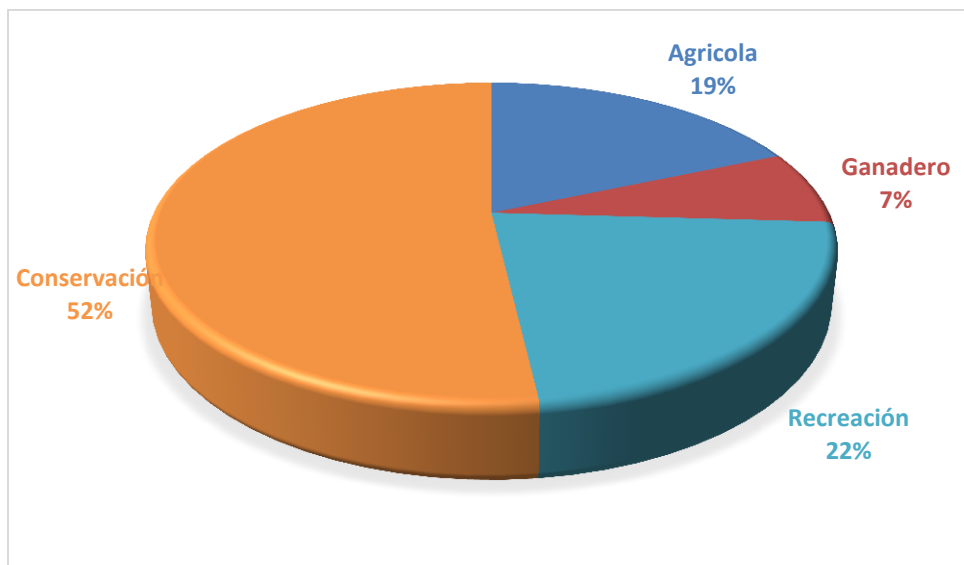


Figura 7. Usos de Suelo en el parque (Datos obtenidos de trabajadores)

Sin embargo aunque en menor extensión, la ganadería representa un grave problema para la conservación de la sierra puesto que esta actividad compacta y acidifica el suelo impidiendo la filtración de agua y la recuperación forestal. El vertido clandestino de residuos sólidos también juega un papel importante en la conservación de la reserva, ya que existe un tiradero de basura dentro del ANP “Parque Estatal Sierra de Guadalupe”, que aparentemente ya no está en funcionamiento, pero la gente que habita ahí, sigue depositando sus residuos en ese terreno (Fig 8. B). Además los habitantes que entran al parque a pasear a sus mascotas, a un picnic o a realizar actividades de senderismo, dejan sus residuos en los interiores de la sierra o en las palapas hechas para actividades recreativas, lo que ocasiona contaminación del hábitat de fauna y deterioro estético y visual.



Figura 8. A) Actividad ganadera dentro de la SG, B) Tiradero clandestino de basura, C) Asentamientos irregulares dentro del ANP

Los trabajadores de la sierra reportaron que lo que más se extrae del parque es leña de árboles (Figura 9), sin embargo el 90% de los encuestados dice no haber participado en ninguna fogata dentro del Parque ni utilizado madera de los árboles como material de construcción, y el otro 10% que si lo ha hecho suele apagar sus fogatas cubriéndolas con tierra.

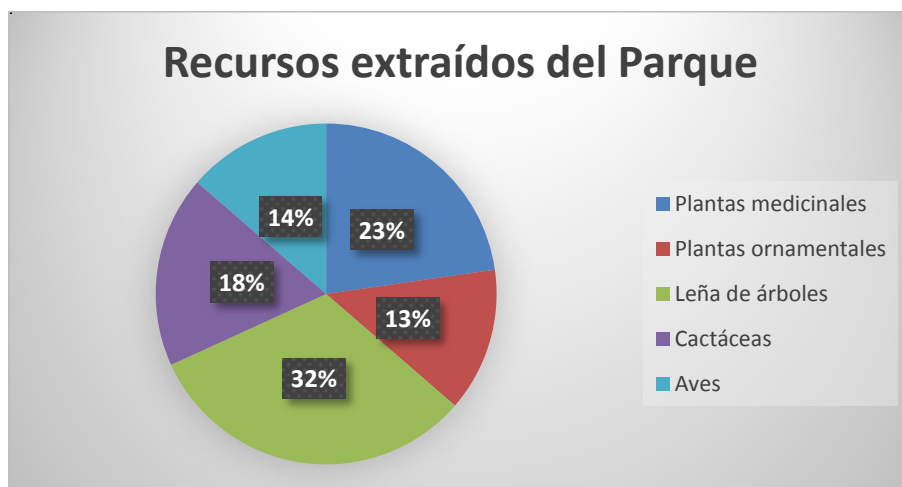


Figura 9. Recursos extraídos del Parque (Datos obtenidos de trabajadores)

Las actividades que más impacto generan en la SG según observan los trabajadores del parque son los incendios, las emisiones atmosféricas, los asentamientos humanos irregulares y la extracción de recursos (Figura 10). Datos que se compararon con los recorridos de campo y se determinaron las actividades con mayor perturbación.

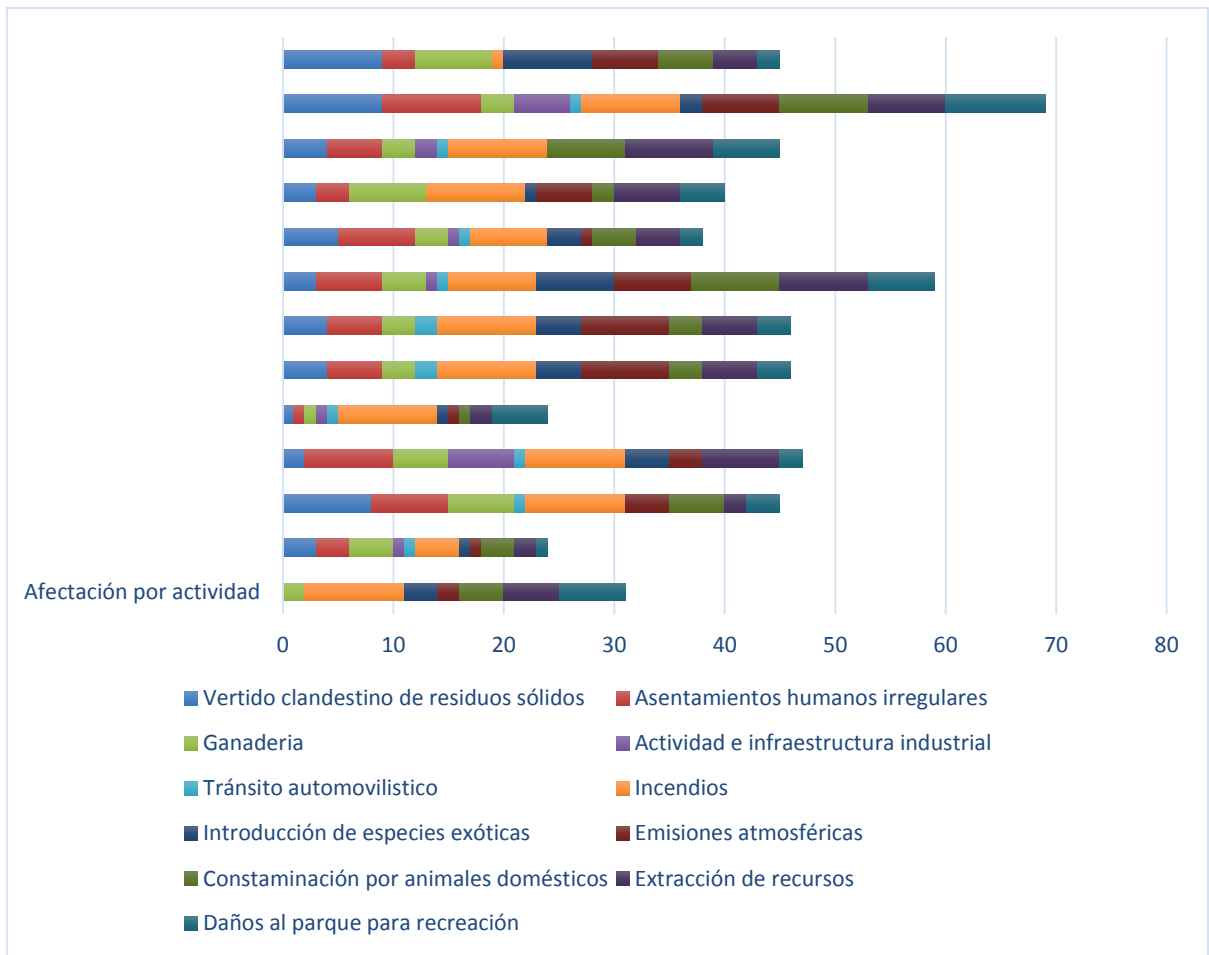


Figura 10. Actividades con mayor impacto en la Sierra de Guadalupe según trabajadores

Dentro de los recorridos en campo se pudo observar que uno de los graves problemas dentro de la SG es la introducción descontrolada de fauna feral, debido a que ésta área natural está inmersa en el centro de la zona metropolitana. De los visitantes que llevan mascotas muy pocos tienen la cultura de traerlas amarradas y otros las ingresan amarradas pero ya en los adentros las sueltan, situación que no coincidió con los resultados de las encuestas, ya que en ellas el 52% de los visitantes dijo no traer mascotas a la reserva, el 24% dijo acostumbrar a traerlos amarrados todo el tiempo y sólo el 20% de los encuestados coincidió mencionando que sueltan a sus mascotas para que den la vuelta en el parque y no recogen sus heces (Figura 11).

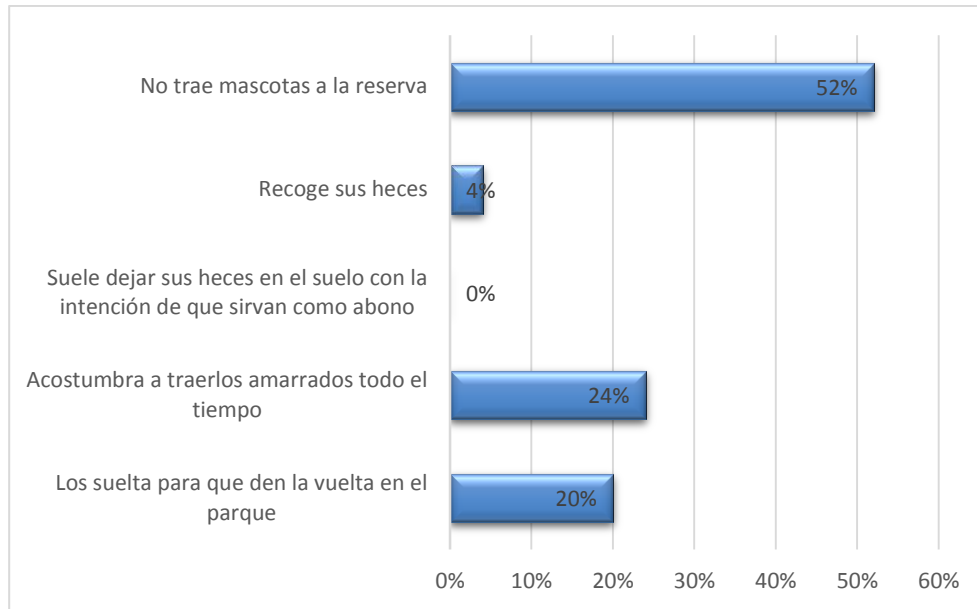


Figura 11. Comportamiento de los visitantes con sus mascotas dentro de la Sierra de Guadalupe

La mayoría de los visitantes piensan que sus actividades no influyen positivamente en la conservación del lugar, y la pequeña parte que tiene participación en la conservación de la sierra que equivale al 10% lo hace recogiendo la basura que genera y un solo un 5% tiene participación en actividades de reforestación, brigadas contra incendios o reproducción de fauna.

La mayor parte de los encuestados dijo no sentirse afectado por ningún animal de la sierra y los pocos que se sienten amenazados, principalmente es por víbora de cascabel, ratas y arañas. Lo cual se contrastó con los resultados obtenidos en los recorridos, en los que se observaron varios casos en los que se hace uso de la fauna para rituales espirituales, asesinando ilegalmente individuos en vida silvestre, o simplemente, se han encontrado ejemplares de fauna, asesinados a golpes por diversión (Figura 12).



Figura 12. A) *Urocyon cinereoargenteus* muerto a patadas, B) *Megascops asio* sin ojo izquierdo, C) *Parabuteo unicinctus* sin una pata y sin ojos

La mayoría de las personas que visitan la zona indicaron que el Parque está poco degradado y que ha mejorado en los últimos años, ya que han reforestado, invertido en infraestructura para recreación y en seguridad (Figura 13). Esto se debe a que el acceso es indiscriminado, pudiéndose ingresar por varias vías, debido a la ausencia uniforme de una barda que abarque la cota de todo el territorio que ocupa la Sierra, desde Ecatepec, Coacalco, Tultitlan, Tlalnepantla de Baz hasta Gustavo a Madero. Lo que genera un alto índice de delincuencia, que en lo últimos meses ha diezclado por la inserción de la Policía Agreste de las Fuerzas Especiales de Seguridad (FES), pero que no ha dejado de manifestarse. Esta situación ha sido complicada para las autoridades, ya que la tenencia de la tierra en algunos límites de la sierra e incluso en los adentros, es ejidal y los propietarios de esas tierras, se niegan por cualquier circunstancia a que se construya esa barda que limitaría la entrada de la población en general. Sin embargo, esta medida es necesaria, ya que al limitar el acceso por esas vías, se tendría un mayor control en el acceso al Parque

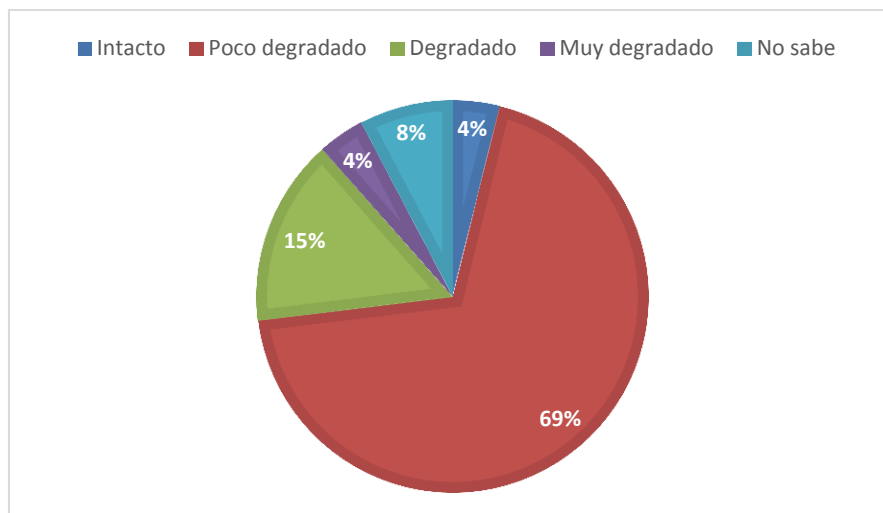


Figura 13. Estado de conservación del Parque (Percepción de visitantes y trabajadores)

Matriz tipo Leopold

A partir de la revisión documental, las salidas al campo y las encuestas, se identificaron las acciones generadoras de impacto, las cuales quedaron agrupadas en las siguientes categorías:

1. Transformación del terreno: Caminos y brechas, incendios, asentamientos humanos irregulares y ausencia de barrera límite entre la zona urbana y el ANP
2. Extracción de recursos: Madera para leña, tierra de monte, cactáceas, fauna
3. Uso inadecuado del suelo: Sobrepastoreo, agricultura y vertido clandestino de residuos sólidos e introducción de especies exóticas
4. Actividades industriales y urbanas: Emisiones masivas de gases de efecto invernadero, tránsito automovilístico y humano por los alrededores de la cota de la ANP, ruido.
5. Recreación: Picnic, caminata o senderismo, campismo y paseo de mascotas.

Mientras que los elementos impactables se dividen en medio físico (aire y suelo), medio biológico (flora y fauna), medio socioeconómico (social, vista panorámica y paisaje natural) y relaciones ecológicas (redes tróficas). Estos componentes se colocaron en una matriz tipo Leopold (Figura 14).

| Matriz de Leopold – Identificación de Impactos Ambientales | | | Acciones generadoras de impacto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------|-----------------------|----------|-------------------|------|------|------|------|------|--|--|------|------|
| | | | Transformación del terreno | | | | Extracción de recursos | | | | Uso inadecuado del suelo | | | Actividades industriales y urbanas | | | Recreación | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Caminos y brechas | Incendios | Asentamientos humanos | Ausencia de barrera límite | Madera para leña | Tierra de monte o de hoja | Cactáceas | Fauna | Sobrepastoreo | Agricultura | Vertido clandestino de | Introducción de especies | Emisiones masivas de GEI | Tránsito automovilístico | Ruido | Picnic | Caminata o senderismo | Campismo | Paseo de mascotas | | | | | | | | | |
| Elementos impactables | | | MEDIO FÍSICO | | | Calidad del Aire | -5/10 | -4/3 | | | | | | -3/4 | -2/6 | | -8/6 | -4/2 | | | -1/1 | -2/4 | | | | | | | | |
| | | | | | | Microclima | | -6/8 | -2/2 | | -2/3 | -3/2 | | | -4/4 | -2/3 | -5/3 | -3/2 | -7/5 | -2/2 | -1/1 | | | | -2/3 | | | | | |
| | | | | | | SUELO | | | Características físicas y químicas | -1/4 | -6/5 | -3/2 | | | -3/2 | -1/2 | | | -3/3 | -2/4 | -4/4 | -6/4 | | | | -1/1 | | | | |
| | | | | | | | | | Capacidad productiva | -2/1 | -7/6 | -2/2 | -1/1 | | | | | -5/3 | | | | -4/5 | -3/4 | -3/4 | -5/6 | | | | | |
| | | | | | | | | | Vocación | | -4/5 | -3/4 | | | | | | -2/1 | -1/1 | -2/1 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | MEDIO BIOLÓGICO | | | FLORA | | | Cobertura vegetal (I) | | 5/0 | | | | | | | | | 8/0 | | | | | | | |
| | | | Cobertura vegetal (N) | -2/1 | -6/5 | | | | | | | -3/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | -2/1 | |
| | | | Abundancia | -1/1 | -5/6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -2/1 |
| | | | Distribución | -2/2 | -5/4 | | | | | | | -3/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | -2/2 |
| | | | Diversidad | | -4/4 | | | | | | | -1/1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | FAUNA | | | | | | Abundancia | | -3/4 | -2/1 | -3/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Distribución | -2/2 | -4/5 | -4/3 | 2/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Diversidad | | -3/3 | -3/3 | -1/1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | 4 | 2 | 3 | | | | 4 | 2 | 2 | | | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| | | Hábitat | -3 | -6 | -6 | -2 | -2 | | | | -3 | -3 | -3 | -4 | | -2 | -3 | -1 | -3 | -1 | -2 |
| | | | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | | | | 3 | 2 | 3 | 3 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| MEDIO SOCIO- ECONÓMICO | ESTÉTICO | Vista Panorámica y Paisaje Natural | 3 | -6 | -4 | 2 | | | -1 | | -3 | -2 | -4 | 4 | -4 | | | | | | -2 |
| | | | 2 | 5 | 3 | 2 | | 1 | | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | | | | | | | 3 |
| | SOCIAL | Calidad de vida | | -4 | | | | | | | 4 | | -3 | | -4 | 5 | -2 | 6 | 7 | 4 | 5 |
| | | | | 3 | | | | | | | 3 | | 4 | | 3 | 6 | 1 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| | | Salud y Seguridad | | -4 | | -6 | | | | | | -4 | | -5 | | | 5 | 4 | 3 | | |
| | | | | 3 | | 4 | | | | | | 5 | | 3 | | 3 | 4 | 4 | | | |
| RELACIONES ECOLÓGICAS | REDES TRÓFICAS | Redes tróficas | -2 | -6 | -4 | | -3 | -4 | -5 | -5 | -4 | -4 | -2 | -5 | -2 | -1 | -1 | -2 | | | -5 |
| | | | 1 | 5 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | 6 |

Figura 14. Matriz tipo Leopold para las inmediaciones de la Cañada el Encinar, en la Sierra de Guadalupe.

Análisis de la Matriz Tipo Leopold

Las actividades generadoras de impactos más significativos fueron los incendios forestales, el sobrepastoreo y el acceso descontrolado de fauna feral a la reserva, ya que estas actividades disminuyen en gran medida la diversidad de flora y fauna de la región y erosionan el suelo, generando un grado de degradación forestal y contaminación ambiental significativo.

Incendios Forestales

Las zonas forestales son parte fundamental en los ciclos de producción y distribución del agua, purifican el aire que respiramos al capturar bióxido de carbono y liberar oxígeno. También regulan la temperatura y la humedad, con lo que se equilibra el clima; proporcionan alimento, medicina y refugio a los seres vivos; además de que son fuente de materia prima en muchas actividades humanas.

Estos procesos vitales se ven amenazados por diversos factores ajenos a las actividades forestales como: la degradación de suelos, la deforestación, la tala inmoderada y los fuegos no controlados los cuales están relacionados con otras actividades como la agricultura, la ganadería y el desarrollo urbano.

El fuego puede tener una influencia positiva en la naturaleza, pues ayuda a mantener la biodiversidad. Pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el medio ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas (CONAFOR, 2010).

La CONAFOR calculó que las actividades humanas son las que ocasionan el 99% de los incendios y sólo el resto tiene como causa, fenómenos naturales como descargas eléctricas y la erupción de volcanes. De acuerdo con el promedio de los últimos años, casi la mitad de estos incendios se producen por actividades agropecuarias y de urbanización, junto con las acciones intencionadas como quema de basura y descuidos de personas que no apagan bien sus cigarrillos o fogatas.

La Sierra de Guadalupe en los últimos años ha sido muy afectada por los incendios forestales, los cuales han surgido por diversas causas, como apagar mal las fogatas, dejar colillas de cigarro tiradas en el suelo y aún encendidas o por causas naturales. Sin embargo las bases de datos del Gobierno del Estado de México informaron que en total durante el año 2012 hubo 32 incendios, los cuales afectaron a 72.05 ha (atendiendo además 53 conatos de incendio), en el año 2013 se registraron 93 incendios, los cuales afectaron a 373 ha (atendiendo también 65 conatos de incendio), para el 2015 se atendieron 32 incendios que afectaron a 102.10 ha de terreno, sin contar que también se atendieron 65 conatos de incendio (CGCE, 2015).

Cabe resaltar al respecto de los incendios que se han suscitado, la falta de insumos con los que cuenta el personal del parque, ya que aunque tienen una muy buena capacitación en materia de incendios, los insumos que reciben por parte del gobierno estatal son insuficientes, incluidos, materiales de rescate y uniformes para ellos. Además de que la cantidad de personal con la que cuenta la sierra es muy limitado, considerando las actividades que cubren los guardabosques y la extensión del terreno del Parque Estatal, por lo que en un incendio tienen que participar miembros de organizaciones civiles e incluso ciudadanos que no cuentan con una capacitación adecuada en la materia, por lo que exponen su vida y la de otros (Figura 15. A).

La problemática referida anteriormente se hace evidente en la zona de estudio, lo que, aunado a la ganadería, a los tiraderos clandestinos, al paseo de mascotas incontrolado y a la extracción de flora y fauna, incide negativamente en la conservación de la sierra, ya que acidifica el suelo, fragmenta el ecosistema y también repercute en la calidad de vida de la población, puesto que la sierra cada vez es menos capaz de filtrar los contaminantes del ambiente, ya que la cobertura forestal es menor conforme pasan los años.



Figura 15. A) Cuerpo de guardabosques apagando el incendio. B), C) y D) Vistas de incendios desde diferentes ángulos

Ganadería y pastoreo

Las causas más importantes de la pérdida de la biodiversidad por el ganado son los cambios en el uso de la tierra, el cambio climático, la explotación excesiva y la contaminación. La producción pecuaria puede tener un efecto directo sobre la biodiversidad por la transferencia de especies exóticas invasivas a través del pastoreo excesivo (FAO, 2009).

El ganado doméstico ocupa espacio y alimento que es necesario para la fauna silvestre, la expansión de las zonas para pastoreo produce la reducción o fragmentación del área de distribución de la fauna, lo cual complica su permanencia en la zona, en particular se afecta a las especies con áreas de distribución muy restringidas o a aquellas que son muy sensibles a los cambios ambientales o especies en riesgo como las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales han sido empleadas como indicadores del estado de la biodiversidad. Bajo este esquema, las especies amenazadas representan la reducción actual o potencial de la biodiversidad de un país o región (SEMARNAT, 2012).



Figura 16. Pastoreo de bovinos dentro del ANP

Acceso descontrolado de fauna feral a la reserva

La introducción de fauna feral a la reserva, no es en sí el foco del problema, sino más bien, lo es el hecho de que se hace de una manera descontrolada. Aún no se han encontrado los mecanismos para lograr que las personas que frecuentan la

SG no suelten a sus mascotas ya una vez dentro del parque y que recojan las heces de sus mascotas. Esto es un grave problema, puesto que las heces fecales de los caninos son vectores de varias helmintiasis a la población humana (toxocariasis, dipilidiasis, anquilostomiasis y tricuriasis), por esta razón, la distribución de la contaminación fecal y su grado de infestación tiene importancia epidemiológica (Rubel y Wisnivesky, 2010).

Aunado a lo antes mencionado, las heces fecales a la intemperie provocan acidificación del suelo en su proceso de descomposición, además de esto, con el calor del sol, terminan pulverizándose y las bacterias coliformes características de estos contaminantes, pasan a formar parte del aire que respiramos, causando así infecciones de vías respiratorias y gastrointestinales.

No obstante lo anterior, este tipo de fauna en un ambiente silvestre, pasa a ser de doméstica a depredadora y en muchas ocasiones de especies endémicas o poco abundantes, por lo que representan un riesgo para la diversidad del lugar (Figura 17). Y el problema no sólo se limita a los animales domésticos que vienen con sus dueños, sino en mayor medida a los que se encuentran en situación de calle y que en la SG encuentran un refugio y alimento.

Es por las razones anteriores que la introducción de fauna feral forma parte de las actividades generadoras de mayor impacto.



Figura 17. Especies presentes en la Sierra de Guadalupe, A) Individuos de *Gallus gallus*, B) Individuo de *Felis silvestris catus* y C) Individuos de *Canis lupus*

Redes de Sorensen

Las redes o árboles de impactos son un método desarrollado en 1971, que pretende enfatizar las interacciones entre componentes ambientales y las actividades perturbadoras, para realizar una mejor identificación de los impactos y de sus consecuencias, mediante la identificación de las interrelaciones existentes entre las actividades o acciones causales y los componentes ambientales impactados, incluyendo aquellas que representan sus efectos de segundo, tercero y mayor grado.

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

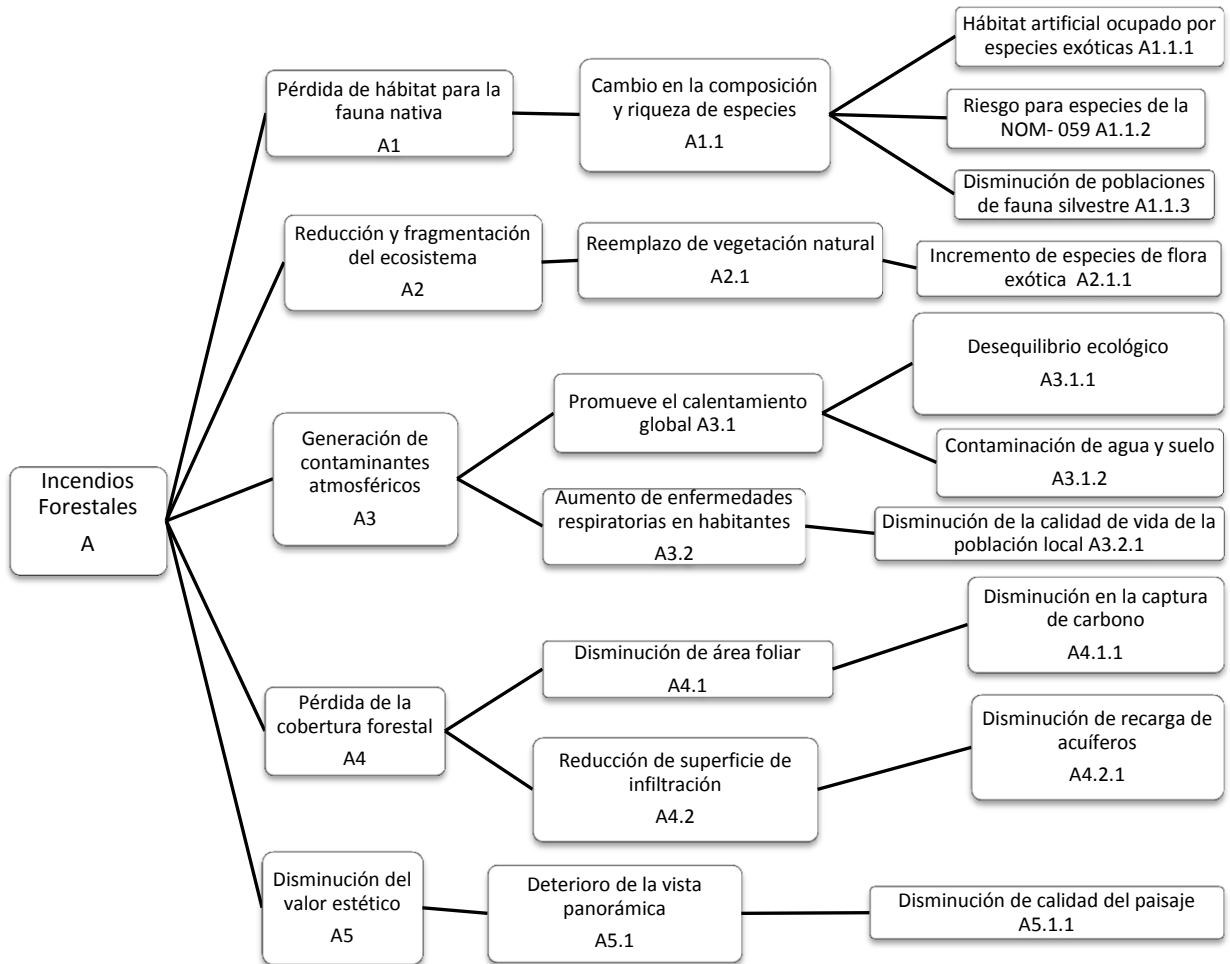
Las acciones que obtuvieron un mayor valor de impacto, conforme al análisis de las matrices, se consideraron como efectos primarios para la elaboración de las redes, las cuales se presentan a continuación.

IMPACTO PRIMARIO

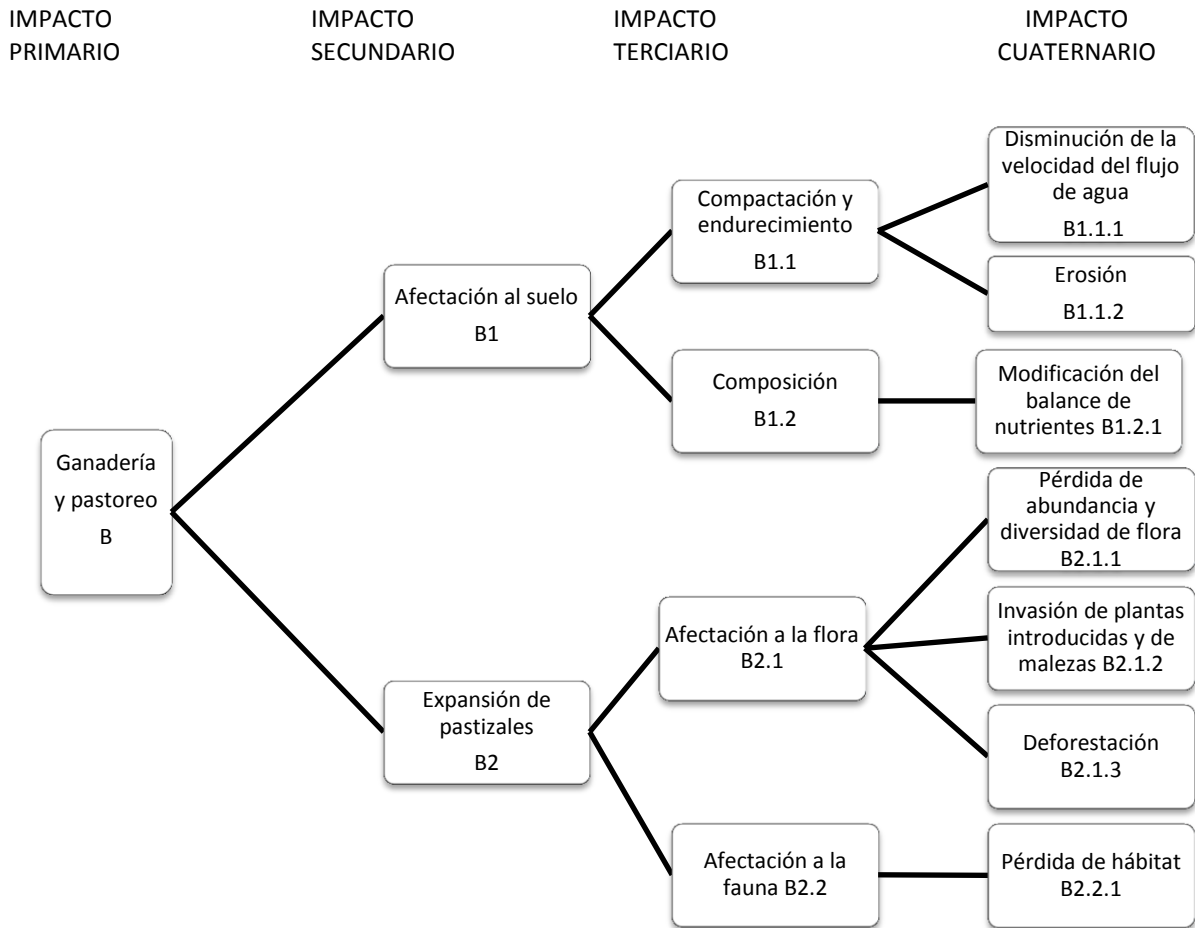
IMPACTO SECUNDARIO

IMPACTO TERCARIO

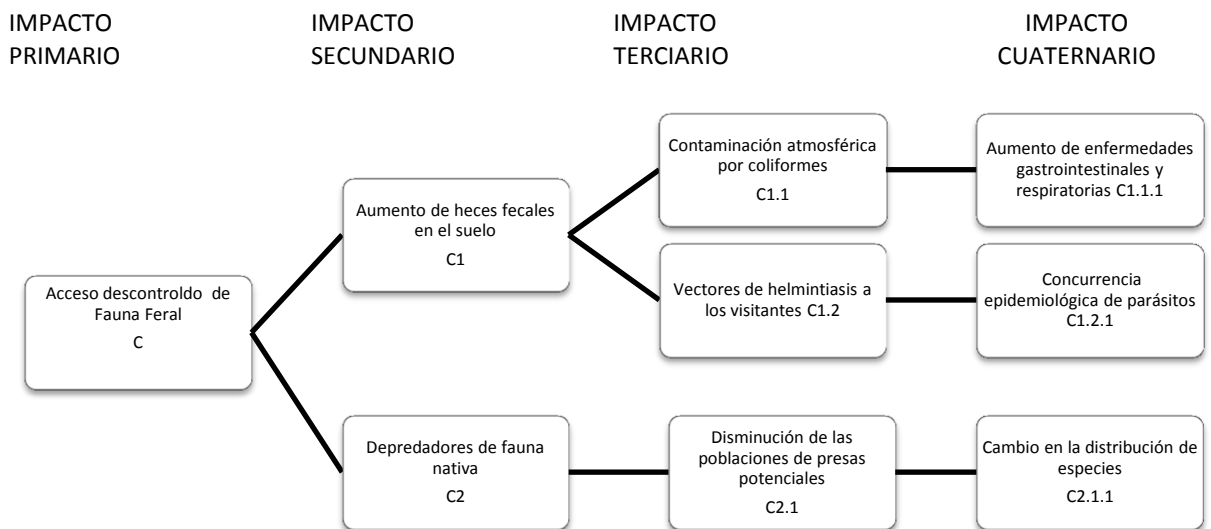
IMPACTO CUATERNARIO



Red 1. Incendios Forestales



Red 2. Ganadería y Pastoreo



Red 3. Acceso descontrolado de fauna feral

Posteriormente, se asignaron valores de probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para cada una de las redes.

Tabla 9. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 1.

| CLAVE | IMPACTO | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | MAGNITUD | IMPORTANCIA |
|---------------|---|----------------------------|----------|-------------|
| A | Incendios forestales | 1 | -4 | 7 |
| A1 | Pérdida de hábitat para la fauna nativa | 0.6 | -6 | 8 |
| A1.1 | Cambio en la composición y riqueza de especies | 0.6 | -5 | 6 |
| A1.1.1 | Hábitat artificial ocupado por especies exóticas | 0.7 | -4 | 4 |
| A1.1.2 | Riesgo para especies de la NOM- 059 | 0.3 | -3 | 3 |
| A1.1.3 | Disminución de poblaciones de fauna silvestre | 0.4 | -4 | 5 |
| A2 | Reducción y fragmentación del ecosistema | 0.8 | -6 | 6 |
| A2.1 | Reemplazo de vegetación natural | 0.6 | -5 | 7 |
| A2.1.1 | Incremento de especies de flora exótica | 0.5 | -5 | 5 |
| A3 | Generación de contaminantes atmosféricos | 0.8 | -4 | 6 |
| A3.1 | Promueve el calentamiento global | 0.6 | -3 | 7 |
| A3.1.1 | Desequilibrio ecológico | 0.4 | -3 | 4 |
| A3.1.2 | Contaminación de agua y suelo | 0.3 | -3 | 4 |
| A3.2 | Aumento de enfermedades respiratorias en habitantes | 0.3 | -2 | 5 |
| A3.2.1 | Disminución de la calidad de vida de la población local | 0.7 | -6 | 6 |
| A4 | Pérdida de la cobertura forestal | 0.6 | -5 | 7 |
| A4.1 | Decremento del área foliar | 0.5 | -4 | 6 |
| A4.1.1 | Disminución en la captura de carbono | 0.3 | -3 | 4 |
| A5 | Disminución del valor estético | 0.7 | -5 | 4 |
| A5.1 | Deterioro de la vista panorámica | 0.7 | -5 | 3 |
| A5.1.1 | Disminución de calidad del paisaje | 0.7 | -4 | 3 |

Tabla 10. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 2.

| CLAVE | IMPACTO | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | MAGNITUD | IMPORTANCIA |
|---------------|---|----------------------------|----------|-------------|
| B | Ganadería y pastoreo | 0.3 | -4 | 7 |
| B1 | Afectación al suelo | 0.4 | -3 | 6 |
| B1.1 | Compactación y endurecimiento | 0.5 | -4 | 7 |
| B1.1.1 | Disminución de la velocidad del flujo de agua | 0.4 | -3 | 4 |
| B1.1.2 | Erosión | 0.5 | -6 | 8 |
| B1.2 | Composición | 0.2 | -2 | 4 |
| B1.2.1 | Modificación del balance de nutrientes | 0.4 | -3 | 6 |
| B2 | Expansión de pastizales | 0.7 | -6 | 9 |
| B2.1 | Afectación a la flora | 0.6 | -7 | 8 |
| B2.1.1 | Pérdida de abundancia y diversidad de flora | 0.5 | -6 | 7 |
| B2.1.2 | Invasión de plantas introducidas y de malezas | 0.6 | -6 | 8 |
| B2.1.3 | Deforestación | 0.3 | -3 | 5 |
| B2.2 | Afectación a la fauna | 0.4 | -5 | 6 |
| B2.2.1 | Pérdida de hábitat | 0.3 | -2 | 6 |

Tabla 11. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 3.

| CLAVE | IMPACTO | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | MAGNITUD | IMPORTANCIA |
|---------------|--|----------------------------|----------|-------------|
| C | Acceso descontrolado de fauna feral | 0.8 | -6 | 7 |
| C1 | Aumento de heces fecales en el suelo | 0.6 | -4 | 6 |
| C1.1 | Contaminación atmosférica por coliformes | 0.2 | -1 | 2 |
| C1.1.1 | Aumento de enfermedades gastrointestinales y respiratorias | 0.3 | -1 | 5 |
| C1.2 | Vectores de helmintiasis a los visitantes | 0.5 | -3 | 6 |
| C1.2.1 | Concurrencia epidemiológica de parásitos | 0.4 | -4 | 4 |
| C2 | Depredadores de fauna nativa | 0.5 | -6 | 7 |
| C2.1 | Disminución de las poblaciones de presas potenciales | 0.4 | -3 | 6 |
| C2.1.1 | Cambio distribución de las especies | 0.7 | -4 | 8 |

A partir de los valores referidos en las tablas anteriores, se obtuvieron los cálculos de probabilidad de ocurrencia, impacto total de la rama e impacto pesado, para después calcular el impacto ambiental esperado (Tabla 12).

Tabla 12. Impacto ambiental esperado.

| RAMA | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | IMPACTO TOTAL DE LA RAMA | IMPACTO PESADO |
|--|----------------------------|--------------------------|----------------|
| Incendios Forestales | | | |
| A1.1.1 | 0.25 | -122 | -30.74 |
| A1.1.2 | 0.10 | -115 | -12.42 |
| A1.1.3 | 0.14 | -126 | -18.14 |
| A2.1.1 | 0.24 | -124 | -29.76 |
| A3.1.1 | 0.19 | -85 | -16.32 |
| A3.1.2 | 0.14 | -85 | -12.24 |
| A3.2.1 | 0.16 | -98 | -16.46 |
| A4.1.1 | 0.09 | -99 | -8.91 |
| A5.1.1 | 0.34 | -40 | -13.72 |
| Ganadería y pastoreo | | | |
| B1.1.1 | 0.02 | -86 | -2.06 |
| B1.1.2 | 0.03 | -122 | -3.66 |
| B1.2.1 | 0.009 | -72 | -0.69 |
| B2.1.1 | 0.06 | -180 | -11.34 |
| B2.1.2 | 0.07 | -186 | -14.06 |
| B2.1.3 | 0.03 | -153 | -5.78 |
| B2.2.1 | 0.02 | -124 | -3.12 |
| Acceso descontrolado de fauna feral | | | |
| C1.1.1 | 0.02 | -73 | -2.10 |
| C1.2.1 | 0.09 | -100 | -9.6 |
| C2.1.1 | 0.11 | -134 | -15.00 |
| Impacto ambiental esperado= | | | -226.15 |

De las tres redes construidas, se generaron 19 ramas, las cuales obtuvieron un impacto pesado negativo; lo cual derivó en un impacto ambiental esperado con valor de **-226.15**; este resultado muestra que los incendios, la ganadería y el pastoreo y el acceso descontrolado de fauna feral generan un gran impacto negativo sobre los componentes ambientales en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe; ya que la mayor parte de las actividades que se realizan no cuentan con un sistema de planeación que permita la prevención y mitigación de los efectos adversos, la restauración de las áreas afectadas ni la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para evidenciar la situación ambiental, las consecuencias producidas por las actividades humanas y elaborar propuestas para la mejora de los problemas medioambientales, se utilizó el modelo de gestión integral Fuerzas motrices- Presión- Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR).

Modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR)

El modelo DPSIR (SEMARNAT y EPA, 2006), construido a partir del análisis de las acciones generadoras de impacto en la Cañada del Encinar, Parque Estatal Sierra De Guadalupe está integrado como sigue:

Fuerzas Motrices: las constituyen los factores socio-económicos causantes de los cambios en el ambiente, para la zona de estudio se reconocieron los siguientes: Planeación inadecuada de actividades recreativas, modelos de vida y conciencia social, actividades agropecuarias, crecimiento demográfico y uso de recursos naturales

Presiones: son los factores que influyen directamente el estado del medio ambiente, las cuales son las acciones generadoras de impacto: Incendios forestales, ganadería y pastoreo y acceso descontrolado de fauna feral.

Estado: para este caso se consideró la situación del ambiente y los recursos naturales que se ven afectados por las presiones.

Impactos: son los resultados de la condición del ambiente sobre las personas, animales y procesos ecológicos, destacan la pérdida de hábitat, la remoción de la vegetación, contaminación de agua y suelo y la disminución de la cobertura vegetal.

Respuestas: consisten en las acciones propuestas para responder a los cambios y problemas ambientales en los alrededores del embalse, incluyen instrumentos de política ambiental así como, actividades para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales.

En las siguientes tablas se presenta el modelo DPSIR desarrollado para las presiones identificadas en la zona de estudio.

Tabla 13. DPSIR para Incendios Forestales.

| Fuerzas Motrices (D) | Presión (P) | Estado (S) | Impactos (I) | Respuesta (R) |
|---|----------------------|-----------------------------------|--|--|
| Planeación inadecuada de actividades recreativas, Modelos de vida y Conciencia Social | Incendios forestales | Ecosistema fragmentado y reducido | Cambio en la composición y riqueza de especies | Promover la cultura ambiental y el conocimiento público sobre la conservación, restauración y la utilización responsable de la biodiversidad |
| | | | | Regular las actividades que sean consideradas altamente riesgosas debido los efectos que podrían generar, como deterioro a la biodiversidad, desequilibrios ecológicos y alterar o dañar los ecosistemas. Cómo los campamentos o los rituales espirituales en donde se hace uso de fauna silvestre. |
| | | | Reemplazo de vegetación natural | Asegurar el derecho y la obligación corresponsable de la participación de las personas dentro del territorio del Estado, ya sea en forma individual o colectiva en la preservación de la diversidad biológica, la restauración del equilibrio ecológico, el desarrollo sostenible y la protección al medio ambiente, como lo menciona en el Código para la Biodiversidad del Estado de México. |
| | | | | Aplicar la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México |
| | | | | Incentivar a que la población participe en actividades de conservación, mediante estrategias de participación ciudadana que les permitan vincularse en actividades de recreación y a su vez en otras como reforestación, colecta de desechos, o mantenimiento del bosque. |
| | | | | |

| | | | | |
|--|--|----------------------------------|---|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | Pérdida de la cobertura forestal | Pérdida del hábitat natural | <p>Verificar la expedición actualizada del informe sobre las condiciones de la biodiversidad y el medio ambiente en el Estado que se debe de publicar cada año en la Gaceta de Gobierno del Estado de México y en el periódico de mayor circulación de la entidad.</p> <p>Aplicar los criterios ecológicos y recomendaciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Coacalco de Berriozabal, México.</p> |
| | | | Disminución en la captura de carbono y riesgo de los trabajadores | <p>En caso de Incendios, se deberá aplicar lo dispuesto en La Ley Orgánica Municipal del Estado de México, apoyándose de la Unidad Municipal de Protección Civil y en segunda instancia de la Dirección General de Protección Civil del Estado de México.</p> <p>Solicitar apoyos al gobierno estatal y municipal para aquellas personas que realizan acciones en favor de la protección, preservación, conservación, remediación o restauración del equilibrio ecológico.</p> |
| | | Disminución del valor estético | Deterioro de la vista panorámica | <p>Verificar la existencia de los comités ciudadanos de control y vigilancia dirigidos específicamente a vigilar las acciones estatales y municipales en materia ambiental.</p> <p>Intensificar estudios relativos a la conservación de suelos en zonas de deterioro</p> |

Tabla 14. DPSIR para Ganadería y Pastoreo

| Fuerzas Motrices (D) | Presión (P) | Estado (S) | Impactos (I) | Respuesta (R) |
|---------------------------|--|---|---|---|
| Actividades agropecuarias | Ganadería y pastoreo | Fuente de ingresos para una parte de la población local | Mejoramiento de la calidad de vida para una parte de la población | Implementar asistencia técnica y acompañamiento a los productores en todos sus niveles, promover la sustentabilidad del uso de los recursos ambientales en el sector agropecuario con base al Plan Estatal de Desarrollo. |
| | | | | Aplicar la Ley de Desarrollo Pecuario para el Estado de Hidalgo, las organizaciones y productores individuales adoptarán en todo momento las medidas para evitar la degradación del medio ambiente. |
| | | Deposición de estiércol y residuos del ganado en el suelo | Deterioro de la calidad del suelo | - Promover la investigación para el uso racional y sustentable del recurso suelo en el contexto ecológico y productivo. Para la integración de la economía local a las nuevas estrategias de desarrollo económico. |
| | | | | Establecer pastoreo en áreas donde se minimicen los impactos negativos sobre el suelo y la calidad del agua |
| | | | Compactación del suelo | Gradeo del suelo |
| | | | | Gestión integral del pastoreo con el fin de restaurar el área afectada. |
| | Resembrado, reforestación con especies herbáceas y plantaciones de arbustos. | | | |

| | | | | |
|--|--|---|--------------------------------|---|
| | | Expansión de área de pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino | Remoción de vegetación natural | Vigilar que se cumplan los programas de ordenamiento ecológico del territorio estatal, municipal y regional. |
| | | | | Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones del POETTR: |
| | | | Pérdida de biodiversidad | No permitir el pastoreo de ganado en terrenos con vocación forestal, vegetación de galería cercana a las cuencas. |
| | | | | -No permitir el libre pastoreo de ganado caprino. |
| | | | | - Rotación de áreas de pastoreo para evitar degradación de los suelos. |
| | | | | - Introducción de gramíneas y leguminosas para fomento ganadero. |
| | | | Invasión de malezas | - La producción ganadera por especie estará en función de la capacidad de carga instalada. |
| | | | | -No permitir la apertura de pastizales inducidos en suelos con vocación forestal. |
| | | | | - Promover el uso alternativo de vegetación secundaria para forraje de animales. |
| | | | | - Evaluar el nivel de deterioro de áreas ganaderas por pisoteo, acumulación de urea o destrucción de vegetación. |

Tabla 15. DPSIR para “Acceso descontrolado de fauna feral”.

| Fuerzas Motrices (D) | Presión (P) | Estado (S) | Impactos (I) | Respuesta (R) |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| Estrategias de acceso al parque y conciencia ciudadana | Acceso descontrolado de fauna feral | Aumento de heces fecales en el suelo | Contaminación atmosférica por coliformes | Verificar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y normas técnicas estatales en materia de emisiones a la atmósfera, residuos sólidos y malos olores. |
| | | | | Asegurar los residuos sólidos que se generan dentro del ANP, solicitando el apoyo municipal para su disposición. |
| | | | Concurrencia epidemiológica a los visitantes | Incentivar a que la población participe en actividades de conservación, mediante estrategias de participación ciudadana que les permitan vincularse en actividades de recreación y a su vez en otras como la colecta de heces fecales y el desecho de residuos sólidos |
| | | | | Generar carteles informativos a lo largo de todo el Parque para que de manera gráfica y sencilla, se expliquen los efectos ecológicos y en la salud que provoca dejar las heces en el suelo. |

| | | | |
|--|--|-----------------------------|--|
| | | | <p>Vigilar la integración y ejecución de investigaciones científicas y sociales, además de programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los elementos y recursos naturales, proteger los ecosistemas y la biodiversidad en su conjunto. Para lo cual se planteó en el Código para la Biodiversidad del Estado de México celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones de los sectores social y privado, investigadores, científicos y especialistas.</p> |
| | | | <p>- Establecer áreas verdes y santuarios ecológicos en zonas urbanas.</p> |
| | | Depredación de fauna nativa | <p>Cambio en la distribución de especies</p> |
| | | | <p>Dar talleres de "Introducción de fauna exótica a los ecosistemas"</p> |
| | | | <p>-Conservar áreas con vegetación de galería para protección de fauna silvestre.</p> |
| | | | <p>Vigilar el cumplimiento de las actividades que realiza el Consejo Consultivo de Protección a la Biodiversidad y Desarrollo Sostenible, mediante los reglamentos correspondientes, así como el funcionamiento de los Consejos Municipales.</p> |

Durante los últimos 20 años se han implementado distintas políticas públicas para controlar la contaminación fecal y parasitaria. Al respecto en el Distrito Federal se sanciona con cárcel hasta por 72 horas a quienes no levanten las heces de sus perros, de acuerdo al Artículo 26 de la Ley de Cultura Cívica del Distrito Federal que establece la aplicación de esta multa a quienes se abstengan de recoger, de vías o lugares públicos, las heces fecales de un animal de su propiedad o bajo su custodia, así como tirar o abandonar dichos desechos fuera de los contenedores.

Esta legislación obliga a recoger las heces caninas de la vía pública, promueve la construcción de caniles, el cercado de áreas de juego, de rejas perimetrales en parques y adjudicación del cuidado de las plazas a empresas-sponsors, legislación para paseadores de perros y licitaciones de los servicios de limpieza de espacios verdes a empresas especializadas (Camacho, 2014).

Sin embargo estas políticas se han aplicado en forma discontinua tanto en el espacio de la ciudad como en el tiempo, y no hay información disponible sobre la evaluación de cada una de ellas.

Por el contrario en el Estado de México y en el caso particular de Coacalco de Berriozábal, carece de legislación al respecto de este problema, únicamente en el Bando Municipal se menciona que es responsabilidad del ciudadano poseer animales domésticos, darles buen trato, contar con el certificado de vacunación, levantar sus heces fecales, evitar que molesten a las personas, deambulen solos por lugares públicos y/o dañen lugares públicos.

VII. Conclusiones

-El diagnóstico ambiental permite realizar una evaluación de los atributos del ambiente y constituye un instrumento necesario para elaborar cualquier plan de acción que pretenda desarrollarse desde la perspectiva ambiental.

- En este trabajo se abordaron la dimensión física, la biológica y la socio-económica, lo que permitió identificar el efecto que ejercen unas sobre otras y las relaciones existentes entre estos ámbitos.

- De las actividades humanas que se realizan en La Cañada el Encinar, se reconocieron tres que causan un impacto mayor en los componentes del medio local: Los incendios, la ganadería y el pastoreo y el acceso descontrolado de fauna feral.

-Debido a las presiones ejercidas sobre los componentes ambientales en la zona se aprecian diversos problemas como la pérdida de cobertura forestal, ocupación de suelo con uso habitacional y pecuario y generación de residuos, entre otras.

-Los impactos producidos en el ambiente han ocasionado la pérdida de suelo, disminución de la cobertura vegetal, degradación del hábitat, contaminación de suelo, pérdida de biodiversidad y deterioro de la calidad visual de la Sierra, con lo cual ocasiona que se afecte la calidad de vida de la población local.

-El valor económico de la captura de Carbono de 1850 m² de la cañada el encinar es de \$1440.28 M.N. lo cual representa un valor estimativo de sólo un área del "Parque Estatal Sierra de Guadalupe". Por lo que se sugiere realizar más estudios que valoren de manera complementaria a este proyecto el territorio faltante del ANP, ya que debido al nivel de degradación forestal en la que se encuentra la Sierra, por todos las actividades perturbadoras que en ella se ejercen, es impreciso estimar este valor para toda el área ya que la cobertura forestal es irregular en todo el perímetro.

-La recarga de agua fue de 87,000 m³. Lo que indica que la cobertura forestal de la Cañada el Encinar debe de abarcar al menos 75% del área, para que se retenga la suficiente agua como para recargar a los mantos freáticos. Aunado a

esto, la pérdida de suelo anual en la Cañada el Encinar asciende a 216.79 t/ha, la cual rebasa por mucho a la máxima permisible de 10 t/ha.

-Para la disminución, prevención y mitigación de los impactos ambientales en la zona se requiere la implementación de políticas ambientales por parte de las autoridades correspondientes, conjuntamente con programas de manejo para las áreas de vegetación natural y la regulación en el acceso al parque, así como de las actividades de aprovechamiento de recursos naturales incluyendo la recreación.

VIII. Propuestas

Con base en el diagnóstico ambiental realizado en la Cañada el Encinar, Parque Estatal Sierra de Guadalupe, se plantean las siguientes iniciativas para mejorar la situación ambiental de la zona:

- Para la conservación del Parque es necesario que las autoridades municipales y estatales en coordinación con la población local realicen programas encaminados a la prevención, mitigación y compensación del impacto ambiental, generado por las actividades humanas.

- Aprovechar que el municipio cuenta con Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, e implementar los criterios ecológicos y usos establecidos para la Sierra de Guadalupe. Tratando de llegar a acuerdos con las personas que salgan de lo establecido, para darles opciones que les permitan acomodarse mejor de lo que están ahora y con actividades que no perturben el ANP. Para lo cual es necesaria la participación de las autoridades, fungiendo en el acercamiento, gestión y seguimiento de dichos trámites.

-Fortalecer las campañas de reforestación para alcanzar al menos 75% de cobertura forestal, utilizando flora nativa que se está propagando actualmente en el vivero tecnificado, construido dentro del parque en el año 2018.

- Dado que en la zona de estudio se registran especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es conveniente desarrollar estudios para conocer el estado en el que se encuentran sus poblaciones y generar talleres de educación ambiental inclusivos, en donde se promueva la participación ciudadana en actividades lúdicas en favor de la conservación de los recursos y el cuidado del medio ambiente, haciendo énfasis en la importancia de las actividades que se detectaron como perturbadoras.

- Dado que el Parque es considerado como una atracción turística, se debe de promover el mantenimiento de los espacios lúdicos, así como la implementación de botes de basura para que los visitantes puedan colocar sus desechos en un área específica. De igual manera es de suma importancia la implementación de señalamientos que de manera gráfica expliquen los efectos ambientales y en la salud que provocan las heces fecales cuando permanecen al aire libre, para que de esta manera y mediante la participación ciudadana en actividades recreativas, que promueva el personal del departamento de educación ambiental, se exhorte a los visitantes a levantar los desechos de sus mascotas y demás residuos.

-Implementar en los accesos, carteles que resalten la magnitud y los alcances que tienen los incendios forestales y la caza ilegal de fauna para ritos o simplemente por diversión, así como impartir talleres de educación ambiental con una perspectiva de participación ciudadana, en donde se involucre a la gente mediante dinámicas que les sean atractivas.

-Ya que el acceso al parque es descontrolado hasta el momento, debido a que las autoridades municipales y estatales aún no han llegado a acuerdos con los ejidatarios, es importante se revalore la elaboración de diversas propuestas para que los dueños de esas tierras tengan una participación y retribución por acceder a continuar la construcción de la barda que limita toda la cota del ANP. Y en dado caso de que no accedan, desarrollar un departamento en la administración que se encargue de incluir a los jóvenes que son sorprendidos delinquiendo dentro del

Parque en programas especializados que les sean atractivos y puedan empezar a involucrarse con su crecimiento personal, ético y profesional.

-Promover apoyos en especie o económicos para personas que realizan actividades de conservación, reforestación o reintroducción de especies, así como impartirles talleres de educación ambiental en donde ellos puedan conocer cuáles son los impactos y alcances de las actividades que están realizando. Los apoyos que se promuevan deben ser exclusivamente para las actividades que se realicen en la SG y pueden ser promovidas por el gobierno estatal, municipal u obtenido mediante la iniciativa privada, para lo cual la administración del parque se podría ver involucrada en la gestión de estos apoyos. Es importante que para lograr esta medida, se abran convocatorias para todos aquellos que tienen proyectos de conservación de años atrás y otras para los que se quieren empezar a involucrar en estas prácticas.

IX. Anexos



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

“Diagnóstico Ambiental la Cañada Moctezuma Pico los Díaz, en el Parque
Estatal Sierra de Guadalupe, Coacalco, Estado de México

Cuestionario para trabajadores



Encuesta #: _____

Fecha: _____

Entrevistador: Itzel Alejandra Cara García

Espero esté teniendo un buen día/ tarde/ noche. Soy estudiante de Biología en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Actualmente estoy realizando una evaluación del estado actual del Parque, por lo que me gustaría hacerle unas preguntas, no sin antes mencionar que el uso de este instrumento es con fines académicos y **su aplicación dependerá de que tenga 10 o más años laborando en el parque.**

Seleccione el inciso correspondiente a su situación. Es IMPORTANTE responda con toda veracidad el 100% de las preguntas (su información será confidencial). En el caso de preguntas abiertas, responda lo que se le pide, y si desconoce del tema, mencione “Desconozco”.

| Sexo | |
|------|------------|
| 1. | Hombre () |
| 2. | Mujer () |

| Edad | |
|------|-------------|
| 1. | 18 – 20 () |
| 2. | 21 – 23 () |
| 3. | 24 – 26 () |
| 4. | 27 – 29 () |
| 5. | 30 – 35 () |
| 6. | 36 – 40 () |
| 7. | + de 40 () |

P1. ¿Qué uso tiene el suelo dentro del Parque? (Se pueden marcar más de dos)

- a) Agrícola
 - b) Ganadero
 - c) Industrial
 - d) Urbano
 - e) Recreación
- Otros _____

P2. ¿Qué actividades realiza usted en el área? (Puede marcar más de dos)

- a) Administración
 - b) Vigilancia
 - c) Mantenimiento
 - d) Asistencia en caso de incendios
 - e) Atención a visitantes
- Otros: _____

P3. Marque del 1 al 9 según el grado de afectación que han tenido estas actividades en el parque (1 menor – 9 mayor):

- () Vertido clandestino de residuos sólidos
- () Asentamientos humanos irregulares
- () Ganadería

- () Actividad e infraestructura industrial
- () Tránsito automovilístico
- () Incendios
- () Introducción de especies exóticas
- () Emisiones atmosféricas
- () Contaminación por animales domésticos
- () Extracción de recursos
- () Daños al parque por recreación, actividades deportivas y/o turísticas

P4. ¿Tiene usted conocimiento de la extracción de algún recurso natural en la zona? (Si es "No" salte a la pregunta X)
 a) Si b) No

P5. ¿Qué recursos conoces que se han extraído o utilizado de manera ilegal en la Sierra de Guadalupe?
 a) Plantas medicinales
 b) Plantas Ornamentales
 c) Leña de arboles
 d) Cactáceas
 e) Aves
 f) Mamíferos
 g) Reptiles
 h) Tierra de monte o tierra de hoja
 Otros: _____

P6. ¿Qué plantas podemos observar actualmente en la zona?

P7. ¿Qué plantas había antes en la zona que actualmente ya no se observan?

P8. ¿Qué animales se observan actualmente en la región?

P9. ¿Qué animales ha observado cuya población ha disminuido dentro del parque?

P10. ¿Conoce casos de especies de flora y/o fauna que hayan sido introducidos al parque?
 a) Si b) No ¿Cuáles? _____

P11. ¿Cree que está disminuyendo la fauna en este lugar?
 a) Si b) No ¿Por qué?

P12. ¿Qué tipo de animales domésticos ha visto en el parque?

Marca con una X

| | | | | | | | | |
|---------|----------|-------|----------|--------|----------|-------|--------|--------------|
| Conejos | Borregos | Vacas | Caballos | Perros | Gallinas | Gatos | Burros | Otros: _____ |
|---------|----------|-------|----------|--------|----------|-------|--------|--------------|

P13. ¿Cómo clasificaría el estado del Parque?
 a) Intacto
 b) Poco degradado
 c) Degradado
 d) Muy degradado
 e) No Sabe



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
 Facultad de Estudios Superiores Iztacala

“Diagnóstico Ambiental la Cañada Moctezuma Pico los Díaz, en el Parque
 Estatal Sierra de Guadalupe, Coacalco, Estado de México

Cuestionario sector poblacional



Encuesta #: _____

Fecha: _____

Entrevistador: **Itzel Alejandra Cara García**

Espero esté teniendo un buen día/ tarde/ noche. Soy estudiante de Biología en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Actualmente estoy realizando una evaluación del estado actual del Parque, por lo que me gustaría hacerle unas preguntas, no sin antes mencionar que el uso de este instrumento es con fines académicos.

Seleccione el inciso correspondiente a su situación. Es IMPORTANTE responda con toda veracidad el 100% de las preguntas (su información será confidencial). En el caso de preguntas abiertas, responda lo que se le pide, y si desconoce del tema, mencione “Desconozco”.

| Sexo | |
|------|------------|
| 3. | Hombre () |
| 4. | Mujer () |

| Edad | |
|------|-------------|
| 8. | 18 – 20 () |
| 9. | 21 – 23 () |
| 10. | 24 – 26 () |
| 11. | 27 – 29 () |
| 12. | 30 – 35 () |
| 13. | 36 – 40 () |
| 14. | + de 40 () |

- P1. ¿Sabía usted que el parque es un Área Natural Protegida?
 a) Sí
 b) Sí, pero no sé qué relevancia tiene ser un Área Natural Protegida
 c) No
 d) No me interesa
- P2. ¿Vive cerca del Parque Estatal “Sierra de Guadalupe”?
 a) Sí, en una colonia aledaña
 b) Sí, en el municipio de Coacalco
 c) No, vivo en otro municipio
 d) No, vengo de visita
- P3. ¿Cuánto tiempo tiene visitando la reserva?
 a) Más de 8 años
 b) Entre 4 y 8 años
 c) Entre 2 y 4 años
 d) Entre 1 y 2 años
 e) Menos de 12 meses
- P4. ¿Qué actividades realiza usted en el área?
 a) Caminata o senderismo
 b) Correr
 c) Lectura y/o meditación
 d) Maratones
 e) Campismo
 Otro: _____
- P5. ¿Con que frecuencia visita usted la Reserva?
 a) Diario
 b) Más de 3 días a la semana

- c) 1 vez a la semana
- d) 1 vez cada 15 días
- e) 1 vez al mes o menos

P6. A usted le agrada el parque porque:

- a) Es un lugar tranquilo para despejarse
- b) Le gusta estar en contacto con la naturaleza
- c) Piensa que es agradable visualmente
- d) Le gusta convivir con la gente que frecuenta el parque
- e) No le agrada el parque

Otro: _____

P7. Cuando visita el parque ¿qué es lo que prefiere hacer?

- a) Caminar o correr por el circuito
- b) Caminar por los senderos
- c) Limpiar una zona adentro del bosque para sentarse o recostarse
- d) Abrir nuevos senderos en el bosque
- e) Permanecer en las palapas

Otro: _____

P8. ¿Ha usado leña como combustible o material de construcción, y si es así, qué árbol ha utilizado?

- a) Si b) No Árbol: _____

P9. ¿Ha hecho o ha participado en alguna fogata en la reserva? (Si la respuesta es "No" salte a la pregunta X)

- a) Si b) No

P10. ¿Cómo apagan las fogatas?

- a) Cubriéndola con tierra
- b) Rociándole suficiente agua hasta que se apague
- c) Deja que se atenúen las brazas

Otro: _____

P11. ¿Llevas a cabo alguna tradición, en donde hagas uso de la flora y/o fauna de la reserva?

- a) Si b) No ¿Qué organismos utilizas y cómo? _____

P12. En el caso de que usted acostumbre a traer mascotas a la reserva:

- a) Los suelta para que den la vuelta en el parque
- b) Acostumbra a traerlos amarrados todo el tiempo
- c) Suele dejar sus heces en el suelo del bosque con la intención de dotar de materia orgánica al suelo
- d) Recoge sus heces
- e) No trae mascotas a la reserva

P13. ¿Qué uso(s) conoce usted que tiene el suelo del Parque? (Puede marcar más de una)

- a) Agrícola
- b) Ganadero
- c) Industrial
- d) Urbano
- e) Recreación

Otros _____

P14. ¿Qué plantas conoce del parque?

P15. ¿Qué animales silvestres ha visto actualmente en la Sierra de Guadalupe?

P16. ¿Qué tipo de animales domésticos ha visto (o tiene usted) en el parque?

Marca con una X

| | | | | | | | | |
|---------|----------|-------|----------|--------|----------|-------|--------|--------------|
| Conejos | Borregos | Vacas | Caballos | Perros | Gallinas | Gatos | Burros | Otros: _____ |
|---------|----------|-------|----------|--------|----------|-------|--------|--------------|

P17. ¿Existe algún animal en la región que represente una molestia o un peligro para usted y su familia?

- a) Si b) No ¿Cuál?

P18. ¿Considera que sus actividades influyen de algún modo en la conservación de la Reserva y sus alrededores?

- a) Si b) No ¿Cómo?

P19. ¿Cómo clasificaría el estado del Parque?

- f) Intacto

- g) Poco degradado
- h) Degradado
- i) Muy degradado
- j) No Sabe

P20. Considera que esta zona es un lugar:

- a) Muy seguro
- b) Seguro
- c) Poco seguro
- d) Nada seguro

¿Por qué? _____

Literatura citada

- Cardinale, B.J., Matulich, K.L., Hooper, D.U., Byrnes, J.E., Duffy, E., Gamfeldt, L., Balvanera, P., O'Connor, M.I. y Gonzalez, A. 2011. The functional role of producer diversity in ecosystems. *American Journal of Botany*, 98(3): 572–592. DOI: 10.3732/ajb.1000364.
- Casas, A. y J. McCoy. 1979. Anfibios y Reptiles de México. Claves ilustradas para su identificación. Limusa. México. 85 p.
- Cedillo, A. O. L., S. M. A. Rivas y C. F. Rodríguez. 2008. Estudio de los suelos en la Sierra de Guadalupe. Sitio de estudio: cañada La Mora 1 y La Mora 2 determinación de granulometría, porosidad y permeabilidad. *Revista Sistemas Ambientales*. 2(1): 1-11
- Código para la Biodiversidad del Estado de México. 2008. Sección Tercera de la Gaceta del Gobierno del Estado de México, 2006. Decreto número 183.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) - Subdirección General Técnica 2007. 'Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana'. México, D.F.
- Comisión Nacional Forestal. 2010. Incendios Forestales. Guía práctica para comunicadores. Zapopan, Jalisco. México: CONAFOR.
- Comisión Nacional Forestal. 2015. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jal., México: CONAFOR.
- Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2016. Décima Novena Época, No. 196, 136 p.

- Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2008. Décima Séptima Época, No. 344, 11-26 p.
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- Gaviño, D. G., L.C. Juárez y T. H. Figueroa. 1996. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Limusa. México
- Gobierno del Estado de México. Secretaria del Medio Ambiente, Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. México. Consultado el 17 de marzo de 2017 en: http://areasnaturales.edomex.gob.mx/datos_fisicos_sierra_guadalupe
- Gómez-Serrano G., Cristiani-Urbina E. y Vilegas-Garrido T. L. 2010. Establecimiento de protocolos para la propagación *IN VITRO* de plantas de *Acourtia Cordata* (CERV.) Turner (Compositae), colectadas en la Sierra de Guadalupe. Polibotánica. México. (30). Pp. 89-110.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de Cartografía. Edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 2013. 'Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V (capa unión)', escala: 1:250000. edición: 2a. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Ley de Cambio Climático del Estado de México. 2013. Toluca de Lerdo. Gobierno del estado de México. Decreto número 181.
- Ley de Ingresos de los Municipios del Estado de México Para el Ejercicio Fiscal del Año 2018. 2017. Toluca de Lerdo. Gobierno del Estado de México. Decreto número 266
- Ley de Protección Civil del Estado Libre y Soberano de México. 2012. Gaceta de Gobierno del Estado de México. Toluca de Lerdo. Decreto número 524.
- Ley Orgánica Municipal del Estado de México. 1992. Toluca de Lerdo. Gobierno del Estado de México. Decreto número 164.

- López C. M., García-Palomo A., Galván G. A. y Carlos-Valerio V. 2006. Impacto del crecimiento urbano en la generación de procesos de remoción en masa. Sierra de Guadalupe, Estado de México. III encuentro "Participación de la Mujer en la Ciencia". Pp. 6.
- Lozano-García, M.; Caballero, M. y Ortega, B. 2007. Evidencia del Impacto Humano y Cambio Climático Natural en la Región de Los Tuxtlas Ver.: Un Enfoque Multidisciplinario. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 10(2):49-55.
- Monroe J. y R. Wicander. 2000. Fundamentos de geología. Ed. Paraninfo S.A. México. 445 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres- Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio- Lista de Especies en Riesgo. 2010. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección.
- Norma técnica Estatal Ambiental NTEA-003-SEGEM-DS-2004, que Establece las Especificaciones para Prevenir y Controlar La Contaminación Visual. 2005. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México. Registro DGC Núm. 001 1021 Características 113282801. Toluca de Lerdo. Tomo CLXXX.
- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-010-SEGEM-RS-2008 que Establece los Requisitos y Especificaciones para la Instalación, Operación y Mantenimiento de Infraestructura para el Acopio, Transferencia, Separación y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, para el Estado de México. 2009. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México. Registro DGC Núm. 001 1021 Características 113282801. Toluca de Lerdo. Tomo CLXXXVII.
- Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. 1999. Gaceta de Gobierno. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de México, Registro DGC Núm. 001 1021 Características 113282801. Tomo CLXVII. Secretaría de Ecología

- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Coacalco de Berriozabal, México. Consultado en: file:///C:/Users/CpuSystems/Downloads/programa%20ordenamiento%20ecologico.pdf Consultada: 07/06/2017 Hora: 5:58 pm
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2da ed. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Michoacán, México. 1406 pp.
- Santos H. 2014. Protegen a Sierra de Guadalupe con Barda. Milenio Disponible en: http://www.milenio.com/estados/Protegen-Sierra-Guadalupe-barda_0_301769828.html Consultada: 03/02/2017 Hora: 3:14 pm
- Secretaria de Ecología (SE). 1999. Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. Gaceta del Gobierno. Tomo CLXVII. No. 26. 4-5 pp.
- SEMARNAT y Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA). 2006. Estrategia para el Desarrollo de Indicadores. Frontera 2012: Programa Ambiental México-Estados Unidos. 14 pp. Disponible en: http://ccds.semarnat.gob.mx/frontera_2012/estra_indicadores.pdf
- SEMARNAT. 2005. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2004. Dirección General de Estadística e Información Ambiental. México, D.F. 380 pp.
- Servicio Geológico Metropolitano, 2001. Informe técnico. Instituto de Geología de la UNAM.
- Simula, M. y Mansur, E. 2011/2. Un desafío mundial que reclama una respuesta local. En Obstler, R. Medir la Degradación del Bosque. Unasylva Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Vol. 62 (238). Japón. 72 p.
- SMA, 2006. Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del territorio del Estado de México. Gaceta de Gobierno. CLXXXII. # 119.
- Stebbins R.C. y J. Collins. 1992. Peterson First Guide to Reptiles and Amphibians.

- FAO. 2009. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. El Ganado y el Medio Ambiente. P.p 59- 83.
 - SEMARNAT. 2012. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2010. Dirección General de Estadística e Información Ambiental. México, D.F. 241 pp.
 - Ficha técnica: Parque Estatal Sierra de Guadalupe. 2015. Delegación Regional Tultitlan, Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental Sierra de Guadalupe. Coordinación General de Conservación Ecológica. Secretaría del Medio Ambiente. Coacalco de Berriozábal, Estado de México (CGCE).
 - Rubel, D. y Wisnivesky, C. 2010. Contaminación Fecal Canina en Plazas y Veredas de Buenos Aires, 1991-2006. Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exatas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. ISSN 0025-7680. 70(4).
-
- Campa, U. M. F. 1965. Breve análisis petrográfico de la Sierra de Guadalupe. Tesis que para obtener el grado de Ingeniero Geólogo. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. ESIA, IPN. México. 62 pp.
 - Lugo-Hubp J. y Salinas-Montes 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. México. 13: (2). 240-251 p.
 - Martínez, O. F. 1998. Derrumbes, deslizamientos y expansión lateral del suelo provocados por la sismicidad en el graben de Cuauhtepc: región sur de la Sierra de Guadalupe, en la Ciudad de Mexico. Investigaciones geográficas. Boletín 38. 15-39 pp.
 - García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ta edición. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 pp.

- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. y Mosseler, A. 2009. *Forest resilience, biodiversity, and climate change: a synthesis of the biodiversity/resilience/ stability relationship in forest ecosystems*. Technical Series No. 43. Montreal, Canadá, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Vidal de los Santos, E. y Franco- López, J. 2009. *Impacto Ambiental: Una Herramienta para el Desarrollo Sustentable*. AGT Editor. México, D.F. 411 pp.
- Bridgeland, W.T., Beier, P., Kolb, T. y Whitham, T.G. 2010. A conditional trophic cascade: birds benefit faster growing trees with strong links between predators and plants. *Ecology*, 91: 73–84. DOI: 10.1890/08-1821.1.
- Aranda, S. J. M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 260 p.
- Camacho, E. 2014. Las Heces de los Animales, una Amenaza para la Salud. Disponible en: <http://www.sinembargo.mx/23-11-2014/1173123>
Consultada: 02/08/2017 Hora: 2:46 pm