



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

*Análisis de las principales fuentes de impacto ambiental presentes en la  
Sierra Santa Catarina en el Distrito Federal*

*Tesis que presenta para obtener la Licenciatura en Geografía*

*Eliseo Cortés Cruz*

*Directora de Tesis:*

*Mtra. Mary Frances Rodríguez Van Gort*

OCTUBRE 2010



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.

*Esta tesis está dedicada a mi madre Cirila Cruz Rodríguez, a quien agradezco de todo corazón, por su amor, comprensión, por los desvelos sufridos y principalmente por haberme dado la vida.*

*Agradezco a mis hermanos Enedina, Valentín, Cristina, Griselda, Zoraida y Angelina, por estar siempre unidos como familia en las buenas y en las malas, así como en su apreciable apoyo moral.*

*A mis hermosas hijas adoptivas Nadia Michel y mi traviesa Alison Lizbeth, siempre las voy a querer como mis hijas.*

*Agradezco a mis grandes amigos Ángel García, José Roberto, Mónica Trejo, Lorena Miranda y a todos los muchachos de la generación siempre respeto y admiración que con su amistad engrandecieron mi camino por la hermosa facultad.*

*A mis pequeños recuerdos Estrella, Cristina Castillo Ramos, Linda Lizeth.*

*De antemano agradezco especialmente a mi asesora, la Mtra. Mary Frances Rodríguez Van Gort, por su infinita paciencia y su gran ayuda en este trabajo, por sus consejos, por confiar en mí, pero sobre todo por su gran amistad como persona y profesionista.*

*Un agradecimiento especial y con gran respeto al Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez, por su gran esfuerzo en la colaboración de revisión de cada capítulo con sus acertados comentarios de correcciones y observaciones, quien en cada detalle me hizo comprender lo hermoso de la Geografía.*

*Al Mtro. José Morales Santos, Por su valiosa colaboración en la revisión de esta tesis.*

*Al Mtro. José Antonio Pérez Torres, un agradecimiento por sus sinceras palabras de profesor y por sus grandes y acertados comentarios sobre los capítulos y su experiencia en el colegio.*

*Al Lic. Gabriel Sánchez Rivera, un agradecimiento por aceptar de última hora leerme y por su sincera y apreciable amistad así como su más acertado comentario final que hizo más completos los capítulos.*

*A todos gracias, siempre les estaré agradecido.*

*Agradezco a dios por ser mi guardián en mi vida cotidiana.*

**ELISEO CORTÉS CRUZ**

# INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	9
ALGUNAS CONSIDERACIONES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS	15
CAPÍTULO 1.	
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA SIERRA SANTA CATARINA	23
1.1. Localización	24
1.2. Fisiografía de la Sierra	27
1.3. Geología	28
1.4. Geomorfología	30
1.5. Clima	32
1.6. Hidrología	32
1.7. Vegetación y uso de suelo	34
1.8. Edafología	37
CAPÍTULO 2.	
CONFORMACIÓN DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA SIERRA SANTA CATARINA	39
2.1. Expropiación de la Sierra Santa Catarina	40
2.2. Zonas que integran la Sierra Santa Catarina	40
2.3. Diagnóstico ambiental para la sierra	42
2.4. Estatus de protección de la sierra	43
2.5. Uso actual del suelo	46
2.6. Explotación del suelo	48
2.7. Cambio de uso de suelo	48
2.8. Normas y regulaciones del uso suelo	49
2.9. Control de uso de suelo y conservación	51
2.10. Uso actual del suelo en las Zonas Especiales de Desarrollo Controlado ZEDEC	53

### CAPÍTULO 3.

#### CONDICIONES DE AMENAZA PARA LOS ASENTAMIENTOS

##### DE LA SIERRA SANTA CATARINA

	55
3.1. Riesgo	59
3.2. Vulnerabilidad	59
3.3. Sismicidad	61
3.4. Vulcanismo	62
3.5. Fallas y fracturas	63
3.6. Inestabilidad de laderas y taludes	64
3.7. Presencia de cavidades	66
3.8. Hundimiento del suelo	66
3.9. Actividades antrópicas	67

### CAPITULO 4.

#### IMPACTOS AMBIENTALES PRESENTES EN LA SIERRA SANTA CATARINA, EN LA ACTUALIDAD

	69
4.1. Impactos directos	70
4.2. Identificación de impactos ambientales	70
4.3. Antecedentes de impacto ambiental en la Sierra Santa Catarina	71
4.4. Problemática actual de impacto ambiental en la Sierra Santa Catarina	71

### CAPÍTULO 5.

#### PRINCIPALES FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL QUE AFECTAN LA SIERRA SANTA CATARINA

	73
5.1. Extracción de materiales pétreos por la industria minera a cielo abierto	74
5.2. Invasión del Área Natural Protegida y Suelo de Conservación Ecológica en la Sierra Santa Catarina por asentamientos irregulares.	79
5.2.1 Invasión de predios por ejidatarios y pequeños propietarios	85
5.3 Relleno de minas abandonadas de cascajo, escombros y basura doméstica.	86
5.3.1 Tiradero a cielo abierto	89
5.3.2 Efectos inmediatos	91
5.4. Incendios forestales en época de estiaje	92
5.5. Otros impactos ambientales a futuro	98

CAPÍTULO 6.	
PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SIERRA SANTA CATARINA	101
6.1. Formulación de medidas de mitigación de impacto ambiental	102
6.1.1 Planteamiento de medidas de mitigación ambiental para ser considerado en posibles proyectos gubernamentales dentro de la sierra.	103
6.2. Evaluación y medidas para el control de impacto ambiental	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	117
GLOSARIO TEMÁTICO	121
ANEXOS	
Anexo I. Imágenes	
Anexo II. Tablas	
Anexo III. Mapas	

## INTRODUCCION

Este trabajo surge a partir del interés por identificar la problemática ambiental presente en el suelo de la Sierra de Santa Catarina, teniendo la finalidad de conservar esta área, que es de amplio interés para los habitantes de la zona y para las políticas de preservación del nicho ecológico establecido en sus suelos.

La Sierra de Santa Catarina es considerada zona de gran interés, por la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) y la Comisión de Recursos Naturales (CORENA), por sus diferentes características ecológicas, geomorfológicas y ambientales, ya que constituye una zona de recarga importante de los mantos acuíferos de la ciudad de México, principalmente para beneficio de las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac, en la que se ubica la sierra, presentándose naturalmente como barrera para la parte oriente de la Cuenca de México a los vientos que provienen del suroeste de la cuenca, los cuales arrastran grandes cantidades de partículas contaminantes suspendidas en el aire, provenientes de los llanos lacustres de Chalco y Tláhuac, así como de las fábricas localizadas en la parte oriente del Distrito Federal y Estado de México, principalmente de los municipios de Los Reyes la Paz e Ixtapaluca, haciendo que en la zona oriente de la ciudad se registren los índices menos elevados de contaminación en los últimos diez años (2000-2010), en lo que se refiere a partículas de polvo suspendidas en el aire.

Sin embargo, la región se ha visto afectada desde hace más de treinta años, de 1980 a 2010, por cambios en el uso del suelo promovidos por tres principales factores: el primero es la necesidad de expansión de la mancha urbana; el segundo es la alta demanda de construcción de viviendas de bajo costo y el tercero; el fomento de los grupos sociales a la invasión del Área Natural Protegida (ANP), lo que ha traído consigo la generación de nuevos problemas ambientales para la zona, como la inadecuada explotación de los recursos naturales que en la sierra se encuentran, dándose principalmente por falta de reglamentos ecológicos más estrictos y adecuados para la zona, esto ha propiciado la explotación de materiales pétreos de forma irracional, tales como los bancos de arena y grava, que conllevan a la desertificación del suelo, dando paso a otros problemas negativos en cadena, como el establecimiento de zonas de rellenos sanitarios y basureros clandestinos, así como la creación de asentamientos irregulares, tanto en zonas de contención del ANP como en las partes internas de la sierra.

De esta manera hoy en día podemos observar claramente el establecimiento de basureros clandestinos en las minas abandonadas, el avance del proceso de erosión del suelo y la disminución de zonas de recarga de mantos acuíferos, lo cual impacta negativamente el ambiente de la ciudad de México especialmente de la zona oriente.

Lo anterior ha favorecido la constante eliminación de la vegetación nativa, acentuándose la erosión eólica e hídrica dando paso a la reducción de la capacidad de retención e infiltración en ambas laderas de la sierra, lo que resulta manifestándose en un gran deterioro ambiental en la zona.

A partir de este escenario se construyó la siguiente **HIPÓTESIS**: Los principales problemas para conservar la dinámica ecológica y de biodiversidad en el Área Natural Protegida Sierra Santa Catarina, se deben a los fuertes impactos ambientales ocasionados por fenómenos antropicos, como son las minas de explotación de materiales pétreos, los rellenos sanitarios, los asentamientos irregulares, los incendios forestales y los impactos que generan programas inadecuados aplicados en la sierra, consecuencia directa de acciones características de las sociedades actuales.

Por ello y para responder a las necesidades de este trabajo se planteó como objetivo general:

El describir las principales fuentes y patrones causantes de los impactos ambientales dentro de la Sierra Santa Catarina, en la actualidad.

Para ello se establecieron como objetivos particulares los siguientes:

Analizar cada una de las fuentes de impacto ambiental localizadas en la Sierra Santa Catarina.

Identificar la dinámica de los procesos que generan el impacto ambiental en la zona de estudio, analizando como afecta el impacto ambiental en el presente y sus posibles repercusiones en el futuro inmediato.

A partir de la identificación de los objetivos mencionados se pretendió identificar y delinear algunas propuestas de rescate ecológico del ANP, Sierra Santa Catarina, como zona prioritaria para el medio ambiente de la ciudad de México.

Resulta de gran interés particular el que esta investigación pueda servir de apoyo a los programas aplicados actualmente, así como para futuros proyectos que se puedan realizar en la zona, especialmente enfocados a que la población conozca de primera mano la problemática ambiental y se involucre más participativamente, para generar conciencia entre la población y las autoridades encargadas de la protección del ambiente. Especialmente y debido a que la sierra está catalogada como un pulmón verde de suma importancia de la parte oriente de la ciudad de México, principalmente para las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac, beneficiando como generador de servicios ambientales a la zona metropolitana de la ciudad de México fundamentalmente en cuanto a la recarga de los mantos acuíferos, regulación térmica y captura de ozono, entre otros, como lo menciona Maya (1996) y la Corena (2000).

En cuanto a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ésta se analizó con base en los programas vigentes elaborados por instituciones de carácter ecológico, tales como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA), complementados con estudios realizados por autores como Coneza Fernández, así como de organismos de reconocimiento mundial tal como el Departamento de Estudio de Impacto Ambiental de los Estados Unidos de América (DEIAUSA) y de otros estudios complementarios.

Esta investigación se basó en la línea de los trabajos de impacto ambiental actuales, considerando que no se trata de un proceso únicamente de carácter técnico-científico, sino además de divulgación preventiva de los problemas que aquejan a nuestra sociedad moderna, que en este caso afecta directamente al equilibrio ecológico, considerando los aspectos éticos que siempre tienen la puerta abierta, a la crítica y refutación por otras investigaciones sobre el tema, en un procedimiento de este tipo.

Buhl-Mortesen and Welin (2003), consideran que los técnicos ambientales tienen una gran responsabilidad en cuanto a la búsqueda de la objetividad científica, por otro lado también tienen grandes obligaciones éticas hacia la sociedad por quienes trabajan, entregando resultados para el beneficio y desarrollo sustentable como objetivo primordial.

A partir de las consultas realizadas para definir un método de análisis que permitiera la investigación, se identificó que la Secretaría del Medio Ambiente (SMA), como la

Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT), utilizan la metodología del Departamento de Evaluación de Impacto Ambiental de los Estados Unidos de América, (DEIAUSA), como marco de referencia para los estudios de impacto ambiental, por lo que para esta investigación se consideró primordial incorporar su base metodológica.

En cuanto a la estructura capitular, este trabajo se dividió en seis capítulos, donde cada uno de ellos toca temas específicos, estableciendo una relación de los problemas que afectan a la sierra desde el siglo pasado (XX) hasta la actualidad, donde se abordan temas y algunos subtemas, con información que se recabó, de las principales fuentes de impacto ambiental que se localizaron, y que guiaron la investigación en una fase preliminar, hacia la elaboración final de este trabajo.

En el primer capítulo se caracterizó físicamente al territorio, identificando sus aspectos fundamentales, así como la localización y caracterización física de la sierra, su ubicación geográfica, las características de su geología, la estructura natural y algunos aspectos ecológicos, para dar paso al siguiente capítulo.

Para el capítulo dos se hace un recuento de toda la información disponible de como se constituyó la Sierra Santa Catarina como zona de importancia ambiental, para ser considerada como un anteproyecto de rescate, hasta su conclusión como proyecto ya aprobado por las autoridades ambientales de la ciudad de México. Se anotan de manera puntual las primeras estrategias de rescate, los estatus en cómo se le ha catalogado; hasta los planes actuales de protección y consideración de Área Natural Protegida.

En el siguiente capítulo se presenta lo más reciente en la identificación de amenazas naturales y antrópicas, que afectan a la Sierra Santa Catarina, caracterizando las diversas zonas donde se encuentran presentes estos peligros latentes tanto para la sierra en conjunto como Área Natural Protegida, así como para los habitantes del lugar.

En el apartado cuatro se describen los principales tipos de impactos directos e indirectos que afectan el suelo de la sierra, siguiendo los lineamientos legales que proponen los organismos locales y federales, para realizar un estudio previo y detallado de impacto

ambiental para Sierra Santa Catarina, comparándose con otras zonas de la ciudad de México y del país.

En el siguiente capítulo, se profundizó en los principales problemas que enfrenta actualmente la Sierra Santa Catarina, incorporándose en este apartado los diversos tipos de impactos ambientales que se encuentran en la zona de estudio.

En el capítulo seis se realizó un acercamiento propositivo para establecer algunas líneas encaminadas a la construcción de algunas propuestas de mitigación y prevención ambiental para la sierra, principalmente para las zonas que se ven seriamente afectadas. De lo anterior se desprende una serie de objetivos de mejoramiento de la zona de estudio.

En la parte final se incluyen los anexos que contienen mapas, tablas, imágenes y figuras complementarias, en forma global, con un compendio de glosario utilizado como referencia para este trabajo.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto de impacto ambiental puede entenderse con poca utilidad a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Pero técnicamente es la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica (como se describe en los capítulos anteriores la sociedad interviene directa e indirectamente sobre el medio) y los eventos naturales, donde la naturaleza tiene una acción directa sobre la corteza terrestre, como claro ejemplo: los sismos, terremotos, acciones volcánicas, entre otros.

### **Impacto ambiental**

Para Coneza, (2000) las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación como son para las empresas o gobiernos, pero sin embargo los efectos secundarios pueden presentar dos rostros el positivo y el negativo, como a continuación se describen:

Para Gómez, (2003) la evaluación de impacto ambiental (EIA), es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción, mientras que la Declaración de Impacto ambiental (DIA) es la comunicación previa que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales antes dichas por la evaluación.

De acuerdo con Coneza, (2000) son cambios o modificaciones que afectan a los ambientes ocasionados por determinadas obras, acciones o servicios del hombre con implicaciones ambientales o eventos ocasionales de la naturaleza, con efectos en la calidad ambiental y de vida, en el aprovechamiento de los recursos naturales, así como cualquier cambio significativo en el ecosistema.

El impacto no implica adversidad ya que estos pueden ser tanto negativos como positivos, la importancia del impacto ambiental dependerá de lo siguiente: intensidad, duración,

permanencia, magnitud, acciones y efectos del medio en el cual incide y los ecosistemas en que interactúa.

## **Tipos de impactos**

La preocupación por los efectos de las acciones humanas surgió en el marco de un movimiento conservacionista, en cuyo origen está la preocupación por la naturaleza, lo que ahora se distingue como medio natural. Progresivamente ésta preocupación se unió a la antigua idea del bienestar humano, afectados a menudo negativamente por el desarrollo económico y urbano, ahora nos referimos a esta dimensión como medio social.

### Impactos sobre el medio natural

Los impactos sobre el medio natural de las actividades económicas, las guerras y otras acciones humanas, potenciadas por el crecimiento demográfico y económico, son los principales efectos negativos, suelen consistir en pérdida de biodiversidad en forma de empobrecimiento de los ecosistemas, contracción de las áreas de distribución de las especies e incluso extinción de razas locales o especies enteras. La devastación de los ecosistemas produce la degradación o pérdida de lo que se llama sus servicios naturales.

### El Impacto negativo

Es una alteración que afecta la existencia, la transformación, el desarrollo del hombre, su ambiente, por ello es indispensable su identificación para incorporar medidas de mitigación, de impactos ambientales correspondientes.

Ejemplo de impacto negativo, de carácter irreversible, provocado sobre el medio natural y social, se puede tomar la construcción de aeropuertos, ya que cambia completamente el paisaje natural de un espacio (Bernache, 2000).

## El impacto de regeneración

Es aquella acción que no causa ninguna alteración desfavorable o algún desequilibrio ecológico, mejora alguna condición o elemento natural de manera que facilite los procesos naturales en forma espontánea.

## Estudios de impacto ambiental

Para Coneza, (2000) es el proceso de análisis de carácter multidisciplinario, basado en estudios de campo y gabinete, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra, actividad o proyecto sobre el medio natural, procurando que se minimicen los impactos ambientales negativos que sean previsibles.

A través del estudio de impacto ambiental, se presenta de forma desarrollada el proyecto, en el cual se identifica su ubicación, vías de comunicación, datos generales de los representantes del proyecto, la descripción del medio físico, planos del proyecto, identificación de acciones que pueden causar impactos y los impactos ocasionados a raíz del avance del proyecto, a través de las metodologías correspondientes, medidas de mitigación, prevención o corrección de los impactos identificados, el criterio de abandono y la vida útil del proyecto.

## Contenido básico del estudio de impacto ambiental

Contenido básico en cinco pasos para realizar un estudio de impacto ambiental, para cualquier medio, esto de acuerdo con la DIA, EIA, a partir de estudios detallados por áreas específicas de impactos que se requieran trabajar y de los organismos gubernamentales que los exigen (Coneza, 2000; Gómez, 2003).

Paso 1: Descripción completa del proyecto y su localización Geográfica.

Paso 2: Descripción de las condiciones ambientales del sitio donde se propone el establecimiento o donde se llevara a cabo el proyecto.

Paso 3: Identificación e Interpretación de los posibles impactos ambientales que puede ocasionar el proyecto en sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación del área.

Paso 4: Determinación de las medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y en su caso, de control para los impactos físicos, ecológicos, socioeconómicos, culturales o estéticos detectados.

Paso 5: Conclusión final, datos a considerar para el proyecto.

### **Evaluación del estudio de impacto ambiental**

Es el procedimiento primordial a través del cual las instituciones encargadas de las administraciones ecológicas; PAOT, Seduvi, SMA, Corena, de carácter local, Semarnat, CNA, entre otras, de carácter federal, puedan tomar decisiones lógicas y racionales, en las cuales se establezca las condiciones en que se sujetarán las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

La evaluación se enfoca a todos los factores medioambientales, componentes del sitio del proyecto y sus alrededores, como son: clima, agua, suelo, flora, fauna y valores culturales, entre otros.

Donde toda evaluación de impacto ambiental debe acatar en lo más estricto al marco legal estatal existente, en cada estado o municipio del país.

En la evaluación del estudio de impacto ambiental se engloban diversos procesos, como son:

1. Procedimientos jurídico-administrativos
2. Análisis del estudio de impacto ambiental, confirmando investigación de campo la veracidad del estudio, así como valorando la mitigación de los Impactos ya existentes y los que a futuro se puedan presentar.

3. Obras o actividades que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental, ante la autoridad ambiental estatal.
4. Obras y actividades destinadas a la prestación de un servicio público o para el aprovechamiento de los recursos naturales no reservados a la federación, donde puedan intervenir organismos locales, municipales y estatales.

#### Acciones de competencia local-estatal

1. Obras hidráulicas de competencia estatal y municipal
2. Vías estatales y municipales de comunicación, incluidos los caminos rurales y de dos vías.
3. Ubicación de industrias fuera de parques, corredores y zonas industriales autorizados.
4. Exploración, explotación, extracción de minerales y su beneficio final a excepción de las que competan a la federación, que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos tales como roca y demás materiales pétreos o productos de su descomposición o transformación.
5. Construcción de instalaciones de tratamiento, recicladoras y sitios de disposición final de residuos sólidos (basura municipal o estatal) (Semarnat, 2000)

#### De carácter estatal-federal

Disposición de desechos sólidos urbanos (basura) y de manejo especial (líquidos, desechos industriales y otros de mayor peligro), de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Protección al Ambiente, y lo referente a la materia ambiental y de protección.

1. Desarrollos de zonas o áreas turísticas públicos o privados.
2. Construcción de Parques, corredores y zonas industriales donde no se realicen actividades altamente dañinas o peligrosas para la ecología del área.
3. Obras en áreas naturales protegidas con competencia del Estado, que representen daño mínimo del área.

4. Obras y actividades que estando reservadas a la Federación, se descentralicen al estado mediante los instrumentos jurídicos específicos y de los reglamentos de investigación, análisis y evaluación de acciones de impacto ambiental, que puedan verse afectadas (Semarnat, 2000).

#### Ambiental-Sanitario

1. Obras o actividades que su control no se encuentre reservado a la Federación, que puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud pública y a los ecosistemas por rebasar los límites y condiciones establecidos en los ordenamientos.

#### Relativos a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente

1. Construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población, ciudades dormitorio o ciudades satélites, como claro ejemplo.
2. Establecimiento de centros comerciales y de servicios que estén incluidos en los planes parciales de desarrollo urbano local y estatal.
3. Centros de almacenamiento y distribución de gasolinas, diesel y de gas o de productos catalogados inflamables o químicos.
4. Y demás acciones de Ordenamiento Ecológico, Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental que sean competencia de la Federación.

#### **Impactos ambientales por su efecto en el tiempo**

Los impactos ambientales pueden ser clasificados por su efecto en el tiempo, en cuatro grupos principales de acuerdo a (Coneza, 2000 y Gómez, 2003).

- Irreversible: Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio es de tal magnitud que es imposible revertirlo a su línea de base original. Ejemplo: minas a tajo o cielo

abierto, modelo más original las minas de los volcanes Tetecon, Tecuatzin y Guadalupe.

- Temporal: Es aquel impacto cuya magnitud no genera mayores consecuencias y permite al medio recuperarse en el corto plazo hacia su línea de base original, como ejemplo: la recuperación de espacios que se están convirtiendo en parques ecológicos tal es el caso del parque de los Zapotes, Yecahuizotl y Yautlica, en la zona más oriente de la sierra.
- Reversible: El medio puede recuperarse a través del tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, no necesariamente restaurándose a la línea de base original, involucrando a la comunidad en generar para preservar los últimos espacios que no han sido severamente dañados en la zona como son los conos de los volcanes Guadalupe y Tacuazín.
- Continuo: Es aquel impacto que continuamente esta generado una descomposición de un espacio, como ejemplo las zonas donde los habitantes depositan sus desechos sólidos (basura doméstica) iniciando una cadena, de tirar y limpiar el área, hasta que la cadena se rompe y sigue el daño ambiental.

### **Leyes, normatividad y legislación de impacto ambiental vigentes en el Distrito Federal.**

Instituciones encargadas de aplicar los reglamentos ecológicos en México:

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)  
(Reglamentado por la Semarnat, a nivel federal).

Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF) (Reglamentado por la Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal).

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (RLGEEPA).

Reglamentado de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, dependiente de la Profepa-Semarnat.

Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Distrito Federal. (RLEEPADF), (Aplicado por la Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial, dependiente de la PAOT-SMA).

Normas Oficiales Mexicanas (NOM), (Dependiendo los organismos locales y federales que sobre la materia legislen), Las situaciones antes descritas, en caso de prevalecer, traerán como consecuencia un mayor deterioro en la calidad y en la salud de los habitantes más inmediatos de la zona.

## CAPÍTULO 1

### CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA SIERRA SANTA CATARINA

El Distrito Federal es una región rodeada de sierras, que constituye una cuenca cerrada o endorreica, es decir, aquellas en que los ríos y arroyos escurren desde las partes altas de dichas sierras, hasta la llanura lacustre; dando lugar a una serie de ciénegas que en épocas pasadas inundaban todo la cuenca del antiguo Lago de Texcoco.

Recuérdese que la antigua ciudad de Tenochtitlán, antecedente histórico del Distrito Federal (ciudad de México), fue una isla localizada en uno de estos lagos, el de Metztliapan, como se le llamaba al lago de Texcoco anteriormente (Leal, Chávez y Larralde, 1990).

La Cuenca de México, limita al norte con las sierras de Tezontlalpan, Tepotzotlán y Pachuca, se caracterizan por ser las menos elevadas, sólo alcanzan una altitud máxima de 3 000 m. Al sur de la cuenca se levantan las sierras del Ajusco y Chichinautzin, alcanzan una altitud de 3 800 y 3 900 metros respectivamente, en el oriente el límite está constituido por la Sierra Nevada, en donde sobresalen por su altitud los picos nevados del Popocatepetl 5 447 metros y del Iztacihuatl 5 286 metros de altitud. Por último hacia el poniente se localizan las Sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, de hasta 3 600 metros, todas estas Sierras tienen en común su origen volcánico (Pérez Vega, 1992).

La presencia de las sierras es uno de los aspectos físicos que caracterizan y limitan a la Cuenca de México, sin embargo, en su interior el relieve es básicamente suave dominando la llanura lacustre con una altitud promedio de 2 240 metros, que sólo se ve interrumpida por algunas elevaciones de relativa altura entre las que destacan las Sierras de Guadalupe y Santa Catarina, la primera localizada en el norte del Distrito Federal y la segunda en la porción oriental de la Cuenca de México (Mooser, 1975).

La Sierra de Santa Catarina forma parte del Distrito Federal y se encuentra ubicada al sur-oriente de la Cuenca México, comprendiendo el área territorial más alta que comparten como límite territorial las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac, con características muy propias, conformada por una serie de aparatos volcánicos alineados de oriente a poniente,

los cuales son, La Caldera, Guadalupe, con nombres nativos de origen náhuatl, Tecuatzin, Tetecon, Mazatepec, Xaltepec y Yuhualixqui, esta sierra como se menciona repetitivamente reviste un interés estratégico para la estabilidad ecológica e hidrológica de la Cuenca de México, desde la época de los Mexicas hasta nuestra actualidad (Lugo, 1991).

La sierra se presenta como zona de gran interés ecoambiental por sus características propias, desde climáticas hasta geomorfológicas, ya que constituye una enorme zona de recarga de los mantos acuíferos de la Ciudad de México, como beneficio principal para las poblaciones de Iztapalapa y Tláhuac (Corena, 2007).

Además de estar como revestimiento de barrera natural al oriente de la ciudad de México, a los vientos provenientes de la zona oriente de la cuenca, que arrastran grandes cantidades de partículas suspendidas, provenientes de los llanos lacustres de Chalco y Tláhuac.

No obstante, la región se ha visto afectada por un uso inadecuado del suelo y la explotación de sus recursos naturales; afectando principalmente sus recursos no renovables, entre los que destacan, el aprovechamiento de los materiales pétreos, la desertificación de sus suelos y los asentamientos humanos irregulares, principales problemas que han provocado un deterioro constante de los recursos naturales de la sierra, y por lo tanto, se ha evidenciado el cambio de las condiciones medio ambientales de la zona, afectando profundamente la disminución de las zonas de recarga de los mantos acuíferos, lo cual está impactando fuertemente a los habitantes de la ciudad de México y la Zona Metropolitana, en los términos de sustentabilidad ambiental.

## **1.1 Localización**

El área de estudio se encuentra en la parte oriente de la ciudad de México, localizada principalmente entre dos delegaciones, donde la parte sur, con el 70% de territorio le corresponde a la Delegación Tláhuac, representándola como la cuarta delegación de carácter rural dentro del área geográfica de Distrito Federal, en la parte oriente con su área más elevada y contando con el 30% del territorio la delegación Iztapalapa, considerada la

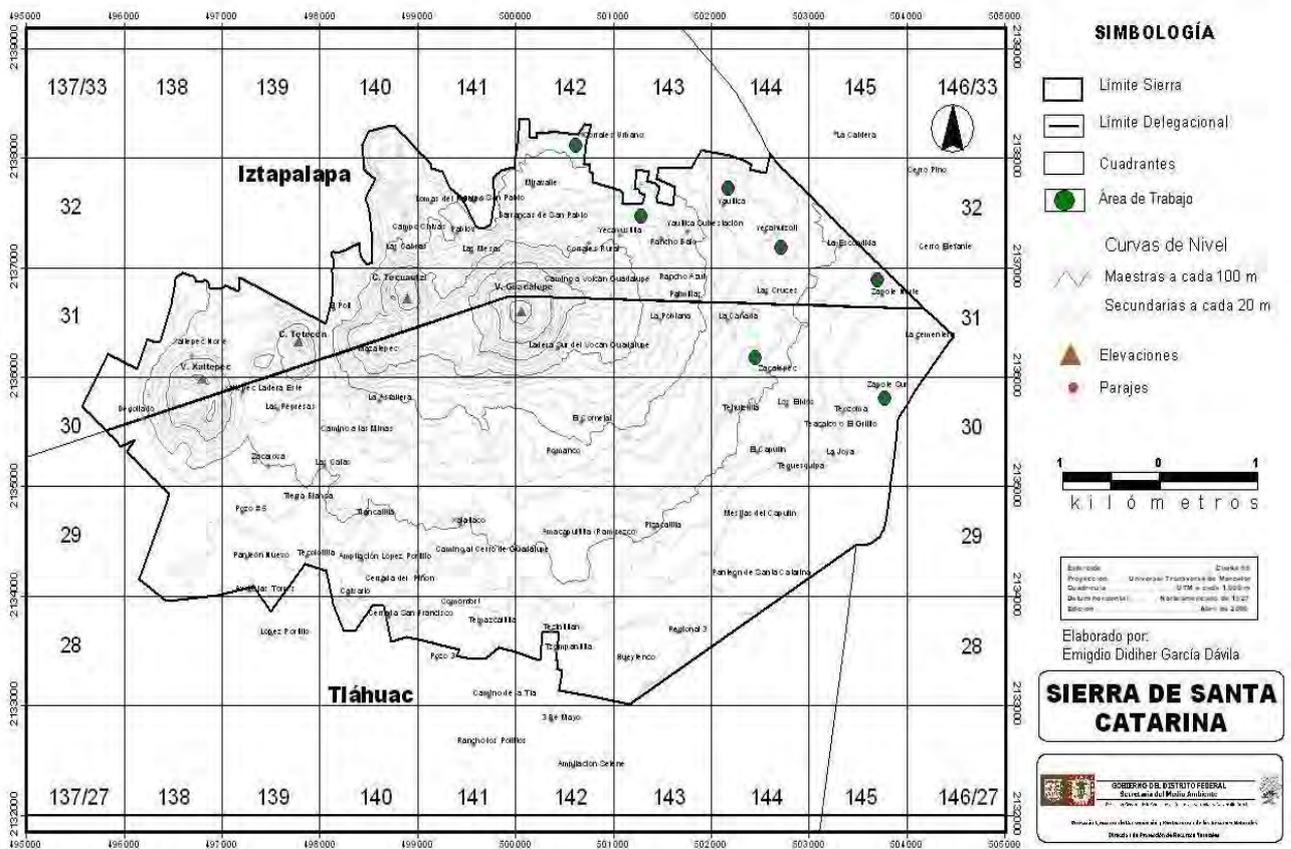
más poblada del Distrito Federal con más de dos millones de habitantes en su territorio delegacional, entre estas dos unidades administrativas comparten esta área volcánica de la sierra, que alcanza en promedio una altitud relativa de 2 400 msnm (Corenader, 2000; INEGI, 2005).

La Sierra de Santa Catarina forma parte de la Cuenca de México y se localiza geográficamente en las siguientes coordenadas: “19° 17´ 40 y 19° 23´33” Latitud Norte y “99° 03´51 y 98° 51´00” Longitud Oeste Ocupa una superficie de 2 160 hectáreas, las cuales se encuentran declaradas como Área de Conservación Ecológica del Distrito Federal, comprendiendo parte de las delegaciones Tlahúac con 1300 hectáreas e Iztapalapa con 900 hectáreas de terreno respectivamente, como se aprecia en la figura 1, que muestra la ubicación de la sierra (Corena, 2002).

Los principales accesos a las diferentes áreas de la sierra, donde se localiza el Área Natural Protegida, Sierra de Santa Catarina, incluyen las siguientes vialidades, hacia el norte se localiza la Calzada Ermita Iztapalapa, que es la vía de acceso principal hacia las colonias establecidas en las laderas y pie de monte de la sierra, la parte oriente perteneciente a Iztapalapa se cuenta con la avenida Octavio Senties y su Continuación Av. Cañada, hasta terminar en las ex–Minas San Pablo (clausuradas por parte del gobierno del DF, por un decreto promulgado a finales de los años 90, del siglo pasado), y en colonias como San Pablo Lomas de la Estancia, Miravalle y partes de San Miguel Teotongo, que comprende a la zona más alta de la sierra, esto las hace ser, las colonias con más altura al oriente de la ciudad de México, que se asientan en la parte más inclinada.

En lo que respecta a la zona sur, se cuenta con las entradas que son las vialidades más importantes de la zona, como es el Eje 10 sur Santa Catarina, que parte de la zona sur de la Delegación Tlahúac, hasta concluir en la parte de la planicie del pueblo de Santa Catarina Yecahuizotl, en colindancia con el municipio de Valle de Chalco, esta vialidad es de suma importancia ya que por esta vía es la entrada hacia la sierra, en improvisados caminos de terracería.

Figura 1. Mapa físico de ubicación del Área Protegida Sierra Santa Catarina, con Cuadrantes para mayor ubicación de parajes



Fuente: Mapa de ubicación, realizado por la Corena (Proyecto Sierra Santa Catarina), para ubicación de parajes 2000, inédito.

En la parte suroeste, encontramos una de las vialidades principales, que es considerada la única entrada hacia la zona de la delegación es la Avenida Tlahúac, siendo la principal vía de entrada hacia las colonias y los pueblos que se localizan en la parte plana de la sierra, entre ellos San Lorenzo Tezonco, Santiago Zapotitlán, Tlaltenco y Selene. Estas vías de acceso son de gran importancia para el abastecimiento de los asentamientos irregulares que rodean la sierra, pero principalmente en cuanto a lo que se refiere a los servicios, además facilitan el acceso a la zona del público visitante, así como a los colonos residentes del lugar, que están establecidos en las áreas rurales.

Al interior de la sierra, en ambos lados, tanto de la parte oriente como sur, se facilita el desplazamiento por la presencia de brechas, veredas y caminos de terracería construidos desde el siglo pasado, por el caminar de los ejidatarios que suben a la sierra para llevar a pastar sus ovejas y otros animales domésticos.

Para poder llegar con mayor facilidad a los volcanes, así como a la misma sierra, es importante seguir las veredas y caminos establecidos por las actividades mineras y agrícolas, hacia la zona del cráter del Volcán Guadalupe, donde la manera más fácil de llegar, siendo la más accesible es por la parte oriente que corresponde a las colonias Miravalle y San Miguel Teotongo que están menos inclinadas, ver figura 2, imagen de la sierra.

Figura 2. Imagen de la Sierra Santa Catarina. Tomada desde la parte sur, correspondiente a la delegación Tláhuac, se aprecia el paisaje característico de la época de estiaje, presentando manchas en las zonas agrícolas.



Fuente: Imagen del autor. Tomada en Marzo de 2009.

## 1.2 Fisiografía y relieve de la sierra

La Sierra de Santa Catarina tiene una orientación paralela a la Sierra del Chichinautzin y perpendicular al sistema de la Sierra Nevada y Río Frío, donde este conjunto volcánico está formado geológicamente por una serie de conos de tefra, domos de diversos tamaños y magnitudes alineadas de oriente a poniente, constituyendo una cadena montañosa más

prominente del fondo de la Cuenca de México, lo cual divide los antiguos lagos de Texcoco que se localizan al oriente, lago de Chalco al sur y al este el lago de Xochimilco (Waltz, 1910).

Esta pequeña cadena montañosa tiene una extensión de 8 km, en línea recta, tomando como referencia el primer punto, la ladera del Volcán la Caldera, en la parte correspondiente al parque Yecahuitzolt y terminando en línea recta en el segundo punto, sobre el predio de la colonia Zapotitla y los predios como la Polvorilla y las Calabazas como punto de referencia marcado y trazado con GPS, teniendo un desnivel que no supera los 500 metros sobre el fondo de la Cuenca de México, como punto de referencia la placa localizada en el atrio de la Catedral Metropolitana de la ciudad de México, en donde la elevación máxima se localiza en una de las puntas del cráter del Volcán Guadalupe con una altitud de 2 440 msnm., visita de campo 2009 (Recorrido de campo 2009).

Para Mooser, (1975), la intensa actividad antrópica ocasionada, está siendo el principal factor de alteración y cambio fisiográfico en el pie del monte y laderas, lo que poco a poco cambia sus curvas de nivel, esto principalmente en la parte correspondiente a la ladera sur-oriente.

### **1.3 Geología**

La Sierra de Santa Catarina, es el resultado de procesos volcánicos, que se han llevado a cabo en la Cuenca de México, comunes a lo largo de faja volcánica mexicana, que se extiende de Este a Oeste en nuestro país aproximadamente a los 19° de latitud norte (Mooser, 1975).

La historia geológica de la Sierra de Santa Catarina, ha sido interpretada por diversos autores, a partir de diferentes estudios geológicos, geomorfológicos y petrológicos, en la Cuenca de México, entre ellos: (Mooser, 1975; Waltz, 1910; Demant y Robin, 1975 y 1981; Lugo y Zamorano, 1992, entre otros).

Para Mooser (1975), la Sierra Santa Catarina, se encuentra atravesada por una línea sísmica, fracturada por dos debilidades principales, que corresponde a los conos de tefra

ubicadas al norte de la Sierra, por lo que actualmente se encuentran sepultadas por emanaciones de una segunda fractura, que dio origen a lo que actualmente es la Sierra Santa Catarina, que comprende los siguientes conos Xaltepec, Tetecon, Mazatepec, Tecuatzin, Guadalupe y el Yuhualixqui.

La Sierra de Santa Catarina se encuentra en una zona donde convergen distintos fenómenos antropicos y geológicos de origen natural, los cuales son: los de origen antropico, se encuentran localizados en los asentamientos irregulares, principalmente en las zonas de relleno sanitario, donde de acuerdo a Protección Civil del Distrito Federal (PCDF), el suelo no ésta completamente consolidado y corre el riesgo de colapso, agrietamiento y hundimiento de las distintas construcciones ahí asentadas a causa del peso de las viviendas ante sismos de mediana intensidad, o en otros casos que se llegue a presentar hundimiento por compactación, por el constante movimiento de tracto camiones en la zona, (PCDF, 2000-Inédito).

Esto se aprecia principalmente en las zonas de las antiguas minas abandonadas, como son las localizadas en las colonias que hacen zona límite con la mancha urbana y la zona del ANP de la sierra, estas colonias son Miravalle, San Pablo, Campo Chivas y Tres Cruces, entre otras, y en las orillas de minas que están en explotación actual, entre ellas la mina del Poli y Tetecon.

Los de origen natural: comprenden las fallas y fracturas que atraviesan la Sierra Santa Catarina por distintos flancos, presentándose oquedades que se localizan en la sierra, en su lado norte principalmente, en la zona del volcán Tecuatzin (Garay, 1974).

En general, la Sierra de Santa Catarina presenta las siguientes características geológicas:

Los volcanes tienen en algunos casos, señales de escurrimiento de lava, donde predominan las rocas Basálticas, salvo el volcán Tecuatzin, que presenta formación de Andesitas en sus partes medias (Lugo, 1991).

Desde el punto de vista geológico, la sierra es de origen reciente, del Período Cuaternario, esto de acuerdo con los cuadernos geológicos delegacionales, publicados anualmente por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1990).

En la parte norte de la sierra predominan las rocas basálticas, esto corresponde al Volcán Guadalupe, en ambas laderas, lo que corresponde a los dos volcanes Mazatepec y Tecuatzin, tienen el predominio de rocas Andesíticas, de acuerdo a estudios petrográficos realizados por (Mooser 1975). Estos no tienen un alcance de 1 000 m<sup>3</sup> en la planicie regional de la sierra, correspondiente a su lado sur (García, 1974).

Esta pequeña cadena montañosa es de formación geológicamente reciente, ya que comprende levantamientos que actuaron en el Cuaternario como manifestaciones volcánicas (Mooser, 1975; Lugo, 1991; Caprano, 1987).

Esta geología describe que es una brecha volcánica constituida primordialmente de basalto, esto de acuerdo a información recabada en los libros geológicos delegacionales del Distrito Federal.

De acuerdo a la carta geológica, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), hoja E14E Amecameca y comparada con la del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IG-UNAM), compendio del Atlas Nacional, hoja de Geografía Física, los elementos de la zona pertenecen a la era geológica del Cenozoico, al período Cuaternario y en ello se encuentra suelo aluvial, el cual está formado por depósitos de materiales sueltos, (arcillas de varios tamaños granulométricos), provenientes de rocas intemperizadas y transportadas por corrientes de aguas superficiales, las más pesadas y las de menor peso transportadas por el viento. Además en algunas zonas existe la presencia de rocas de origen ígneo, las cuales son el resultado de erupciones que comprenden fragmentos de diversos tamaños, formas y colores, resultado de explosiones violentas medias, entre estos tamaños se encuentran tobas básicas y brecha volcánica básica.

#### **1.4 Geomorfología**

El área de la Sierra de Santa Catarina ocupa una extensión de 47 km<sup>2</sup>, de acuerdo a su morfología, en la sierra se reconocen tres formas principales:

Planicie Lacustre: superficie llana que rodea totalmente a la Sierra de Santa Catarina y es la base por la cual se levanta la superficie de la Sierra (Lugo, 1991).

Volcanes y derrames: estos conos son estructuras pequeñas, que no superan los 300 metros de altura relativa, levantándose sobre derrames de lava, conservando su forma cónica (Mooser, 1975).

Piedemonte: este proceso representa no más de 7° de inclinación, localizada ésta, entre la base de los volcanes parte oriente y sur de la planicie lacustre que lo rodea (Pérez, 1992).

Este conjunto de formas de relieve, es producto de diversos procesos, originados por fuerzas internas, como el vulcanismo, el tectonismo (crean y construyen superficies) y por fuerzas externas que actúan como agentes modeladores y transformadores, entre ellos la erosión y la acumulación, tomando en cuenta la intercesión de las fuerzas internas y externas se clasifican en dos tipos: endógeno y exógeno.

El relieve endógeno de la Sierra Santa Catarina, está constituido por formas de actividades volcánicas, originadas principalmente por conos de tefra, domos y coladas de lava.

De acuerdo con estudios detallados de Mooser (1995); Lugo y Zamorano (1991), la Sierra de Santa Catarina presenta conos volcánicos, que presentan características morfológicas homogéneas, como son: estructura cónica casi perfecta (simetría).

Las laderas de los conos conservan una pendiente de 30° a 33° y están constituidas por materiales no consolidados, que fácilmente se pueden remover, todas representan diferencias de altura, de cráteres de los volcanes Guadalupe al Tetecon, donde el labio de los cráteres presenta erosiones importantes, que modela sus bordes originales, dando una apariencia de desgaste continuo, esto se nota principalmente en el volcán Guadalupe y Tetecon (Tomado de visita de campo, 2009).

La Sierra Santa Catarina localizada al oriente de la Ciudad de México, posee características muy distintivas, como son: los conos volcánicos, los cuales están en un rápido proceso de destrucción por factores antrópicos, debido a que el material está siendo aprovechado como material de construcción, por lo que es conveniente un estudio más

detallado, por la gran variedad de rasgos naturales, causados por vulcanismo, erosión y acumulación.

Por su morfología, estructura estratigráfica y petrología, la Sierra Santa Catarina ha sido considerada contemporánea de la Sierra de Chichinautzin, como lo propone Mooser (1975). En la historia geológica de la Cuenca de México, la zona estudiada representa la etapa más joven de actividad volcánica (fin de pleistoceno y holoceno) que posiblemente no ha culminado (Waltz, 1910).

### **1.5 Clima**

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García (1988), en Maya (1996), la Sierra Santa Catarina le corresponde un clima del tipo BS (semiseco), con un coeficiente de temperatura tomado de la estación meteorológica del Colegio de Geografía-UNAM, su temperatura media anual oscila en los 22°C. De la ladera Norte de 13°C a 22°C (correspondiente a la Delegación Iztapalapa), y en la Parte Sur es de 15°C a 25°C (correspondiente a la delegación Tlahúac), presentando a los meses de mayo y junio, como los meses más calurosos para ambas laderas y con un período de lluvias de los meses de julio-octubre, con una precipitación bimestral superior a 140.5 mm. como media mínima de lluvia, siendo la ladera sur la zona más húmeda en el período acuoso. Mientras el período de estiaje se presenta por los meses de noviembre a marzo con punto de rocío al amanecer de 5.0 mm., media mínima de precipitación mensual y con una temperatura promedio de los 7 a 10°C.

### **1.6 Hidrología**

Para González (1992), la Sierra Santa Catarina, presenta áreas altamente permeables que captan directamente hacia el subsuelo, el 70% del agua de lluvia que recibe por temporada.

Por análisis realizados por diversas instancias gubernamentales e instancias educativas, la Sierra Santa Catarina capta un promedio de 12 millones de metros cúbicos de agua al año (DGCOH, 2005).

Esto tiene dos distintos efectos: por un lado permite mantener el nivel del agua del manto acuífero para el suministro de la zona oriente de la Ciudad de México; esto gracias a la porosidad del material que la conforma.

La segunda le confiere al suelo la característica de amortiguadora, que permite disminuir el efecto negativo de los sismos que se llegan a sentir en la Ciudad de México.

Otro aspecto importante es la ubicación geográfica que amortigua los efectos del viento del norte, evitando que siga en directo las tolvaneras que se producen en los llanos del ex-vaso regulador del Municipio de Chalco o viceversa los que se llegan a producir en la zona del Municipio de la Paz, Netzahualcóyotl y Chimalhuacán, lo que evita que las partículas suspendidas en el aire ocasionen daños a la población, ya que por contener material fecal y otros microorganismos patógenos, es de gran riesgo para la población que lo llega a respirar. Esto gracias a su altura que va de los 70 m. a los 350 m. por encima del piso normal de la Ciudad de México y con una anchura de más 2 km. (González, 1992).

La Sierra Santa Catarina presenta un nivel medio de precipitación, pero a la vez una alta evotranspiración y permeabilidad del sustrato. En ella la actividad erosiva en las laderas cambia constantemente debido a dos aspectos hidroclimatológicos, ellos son:

El régimen de lluvia que concentra los meses de junio a octubre, donde se presenta la mayor precipitación, es en este período donde se obtiene la mayor cantidad de escurrimiento, por laderas principalmente. La ladera sur presenta la zona del Pueblo de Santa Catarina, San Francisco Tlaltenco y Zapotitlán, todo esto con ventaja de recarga hidrológica a la delegación Tláhuac, ya que es la zona menos urbanizada de la sierra (DGCOH, 2000 Inédito).

La irregularidad de las lluvias que se presenta en la temporada de estiaje, donde se observa la menor humedad superficial de la sierra, esto comprobado con los valores máximos en días, es de 20 a 30 mm/humedad por día (Camacho, 2002-Inédito).

Por lo que la mayor actividad de erosión en la sierra se presenta durante el estiaje, ya que los materiales que pierden humedad (arcillas sueltas y material de la cubierta vegetal) se debilitan y se consolidan intemperizándose, dando lugar a la desmoronización, como arenas finas, gravillas y restos de cubierta vegetal demolida, dando lugar a la fácil volatibilidad, lo que presenta otros efectos, como los incendios forestales, tolvaneras, pérdida de cubierta vegetal, entre otros.

En la actualidad el área carece de una infraestructura hidrológica tanto de carácter, privada como gubernamental que permita la obtención de información hidrometeorológica y pizométrica regular de la zona de estudio (Camacho, 2002-Inédito).

La Sierra Santa Catarina se encuentra en la zona de menor precipitación, pero de mayor evapotranspiración de la Ciudad de México, donde la evapotranspiración llega a superar a la precipitación, según datos recolectados en 20 años de estudio de la zona, por tal motivo, la sierra a llegado a presentar un déficit hídrico, en los últimos 11 años, de 1998 a 2009, de acuerdo a trabajos consultados de la DGCOH, realizados en la zona, los valores se presentan en los meses de julio-octubre para balance hídrico, éste es regular, lo que permite que en sus suelos se localice vegetación resistente a esta mínima cantidad de agua que se obtiene por temporada (DGCOH, 2009-Inédito).

### **1.7 Vegetación y uso de suelo**

En la actualidad el uso de suelo es de tipo agrícola, dictaminado por los reglamentos de uso y conservación de zonas rurales y ejidales del Distrito Federal, ya que esta zona no puede cambiar en lo más mínimo para otros fines, el uso de suelo que le ha sido conferido. (Corena, 2008). En cuanto a la vegetación *in situ*, ésta se ha visto afectada considerablemente por las diversas actividades antrópicas, llevadas a cabo, no obstante, es importante destacar que aún existen áreas con vegetación original como encinos, cactáceas, matorrales del tipo semiárido y la vegetación de acahual, esta última en peligro de desaparecer en la cuenca de México, (el Acahual o Zacatón) típico del valle ínter montano, esta vegetación se encuentra en peligro de extinción, en principio por la mancha urbana como peligro antrópico, y también por peligro natural combinado con los

incendios forestales que se presentan año con año, los cuales pueden ocasionar la pérdida de alguna especie nativa (UAMX-Corena, 2002).

De acuerdo el estudio de INEGI y de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Distrito Federal (Corena, DF), dentro de la Sierra Santa Catarina se localizan pequeñas zonas agrícolas de temporal, así como pastizales y forrajeros para engordar los animales de los ejidatarios del lugar, estos cultivos de la zona por sus usos se les considera comestibles y forrajeros de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 1. Principales cultivos en la Sierra Santa Catarina de uso doméstico

Nombre Nativo	Nombre Científico
Maíz Criollo	<i>Zea mays</i>
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Nopal	<i>Opuntia spp vulgaris</i>
Zacate	<i>Festuca spp</i>
Zacatón	<i>Muhlenbergia ssp</i>
Achahual	-----

Fuente: (CORENA-UAM-X, 2002)

El cultivo de maíz y de frijol, así como del nopal, tiene la utilidad de servir de alimento a la gente del lugar, mientras que el zacate se utiliza como alimento forrajero para los animales domésticos de los lugareños.

En la zona se localiza, de acuerdo al Instituto de Ecología de la UNAM, vegetación originaria o nativa, entre las especies que ahí habitan se pueden mencionar algunas, como se describe en la tabla 2.

Tabla 2. Vegetación Nativa de la Sierra Santa Catarina.

Nombre Nativo	Nombre Científico
Encino	<i>Quercus rugosa nee</i>
Araucaria o Pino estrella	<i>Araucaria heterophylla</i>
Colorin	<i>Erythrina coralloides</i>

Fuente: Toledo (1994)

También encontramos que se localiza vegetación introducida por las constantes campañas de reforestación que se han llevado a cabo en la zona oriente de la sierra, localizándose en pequeños manchones como la tabla 3 lo describe.

Tabla 3. Vegetación Introducida en la Sierra Santa Catarina

Nombre Nativo	Nombre Científico
Pirul	<i>Schinus molle</i> linn
Eucalipto	<i>Eucalyptus camalduecias</i> den
Eucalipto Alcanfor	<i>Eucalyptus globulus</i> labiell
Sauce Llorón	<i>Salix babilonica</i> linn

Fuente: Toledo (1994). Inventario Nacional Forestal (1992).

La mayor parte de la vegetación nativa del lugar ha sido desplazada y sólo se encuentran testigos de la misma en las parte altas de los volcanes Guadalupe, Tetecon y Tecuatzin, ya que su principal depredador ha sido la misma población por el constante cambio de uso de suelo que ha propiciado, a través, de la sobreexplotación de los recursos naturales del lugar.

Con relación a la fauna en la sierra, se pueden encontrar más de cien especies de aves, de las cuales 55 son residentes, 40 migratorias y cinco domésticas que fueron dejadas en libertad o que se escaparon de las zonas urbanas, lo que representa el 45% de la población total de aves que habitan en la cuenca de México y el 10% de las existentes en el país, correspondiendo como una zona de suma importancia junto con el volcán la Caldera, la zona lacustre de Tláhuac y los humedales de Xochimilco para la avifauna de la cuenca de México (Corena-UAM-X, 2002).

Así mismo existen aproximadamente veinticinco especies de reptiles, algunos de gran importancia cultural, ornamental y económica, especies tales como el camaleón, (con diferentes sub-especies), serpiente (cascabel, cincuate, ratonera de agua y otras especies de víboras dejadas en libertad o abandonadas), (Corena-UAM-X, 2002).

La Sierra Santa Catarina presenta una importante biodiversidad en lo referente a la flora y fauna, ya que se han localizado especies endémicas, tanto vegetales como animales, catalogados en los muestrarios del Instituto de Ecología de la UNAM y de la delegación

Iztapalapa, que dan 70 especies de flora distintas, con características propias del lugar, que va desde la vegetación ruderal xerófita hasta los pastizales y acahuales (Corena-UAM-X, 2002-Inédito).

En lo que respecta a la fauna, se han llegado a localizar más de cien especies de vertebrados, entre mamíferos, aves y reptiles, ubicados desde las porciones bajas hasta las zonas más altas de la sierra, las cuales se menciona en la tabla 4.

Tabla 4: Reptiles localizados en la Sierra Santa Catarina

Nombre Nativo	Nombre Científico
Víbora de Cascabel	<i>Crotalus polystictus</i>
Víbora de cincuate	<i>Pituophys deppey</i>
Víboras de Agua	-----
Lagartija	<i>Sceloporus grammycus</i>
Camaleón	<i>Phrynosoma ssp</i>

Fuente: Corena-UAM-X (2002)

## 1.8 Edafología

El tipo de suelo, en la parte oriente y sureste de la sierra, en las delegaciones Tláhuac e Iztapalapa, está comprendido por cinco áreas y presenta dos tipos de suelos, los cuales son: Feozem háplico y Regosol éútrico, estos se dividen en Regosol éútrico, ocupa el 76% del área de estudio, mientras el Feozem ocupa sólo el 22%, otros antropicos ocupan el 4% de la sierra, como se describe en la tabla 5.

Tabla 5. Cuadro de tipos de suelo, en porcentaje, que integran la Sierra Santa Catarina

Subcuenca	Tipo de suelo	Área en hectáreas	Área de la sierra en %
1	Regosol éútrico (Re)	131 ha	5 %
2	Regosol éútrico (Re).	273 ha	11 %
3	Regosol éútrico (Re)	88 ha	3 %
4	Feozem háplico (Hh)	219 ha	8 %
5	Regosol éútrico (Re)	566 ha	22 %
6	Feozem háplico (Hh)	293 ha	11 %
7	Regosol éútrico (Re)	916 ha	36 %
Área total de la sierra como zona de reserva		2486 ha	96%
Otros	Suelos contaminados	5 a10 ha	4%

Fuente: Libro de uso de suelo delegacional (1996), en el Distrito Federal.

## CAPITULO 2

### CONFORMACIÓN DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA, SIERRA SANTA CATARINA

Antes del año 1993, cuando la Sierra Santa Catarina no estaba considerada dentro de algún proyecto de recuperación importante, como zona de gran valor ambiental en el Distrito Federal, no se le tomaba en cuenta, hasta 1994, a la Sierra Santa Catarina se le tomó en consideración como Área Natural Protegida y sujeto su suelo a conservación ecológica, esta área estaba manejada como zona de utilización secundaria agrario-ejidal sub-explotada, como suelo agrícola de temporal y zonas más específicas, como centro de almacenamiento y explotación de materiales pétreos. Por lo que fue expropiada mediante decreto oficial, publicado en el diario oficial de la federación y local en el año de 1994, por el antiguo Departamento del Distrito Federal (Corena-UAM-X 2002-Inédito y Compendios clasificados de la SMADF).

En virtud de la trascendencia, de las funciones ambientales que cumple la sierra y el proceso de deterioro en el cual se encuentra, debido principalmente al crecimiento de la mancha urbana, se determinó la declaratoria de Zona Prioritaria de Preservación Ecológica del Distrito Federal, así como Área Natural Protegida (ANP) bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica con apego a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, vigente en el año de 1998 (Corena, 1998).

La prioridad asignada a las acciones de control, de la contaminación en la ciudad de México, consideró como necesaria la inclusión de la sierra como parte del "Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México", financiado en su momento por instancias como Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Corena, SMA, GDF, entre los más importantes.

Así a partir del año 1992 comienza el programa de ejecución del Anteproyecto, finalmente el proyecto de recuperación y restauración ecológica de la sierra, el cual después de más de diez años y en virtud de la reformulación de las leyes ambientales vigentes de la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) y Gobierno del Distrito Federal (GDF), donde pretenden concluir las metas del plan original iniciado en los años 90, con las metas,

presupuestos, acciones prioritarias actuales se puede llegar a elaborar, ejecutar y concluir este proyecto. (Corena, 2000-Compendios clasificados).

En las últimas décadas la sierra ha expuesta a un deterioro mayor en sus bosques, que han sido arrasados completamente en sus laderas, solamente en temporada de lluvias las cumbres se cubren de una capa de vegetación que les da un aspecto saludable, sin embargo, entre los meses de octubre a mayo, cuando las lluvias en la Cuenca de México son escasas, es posible apreciar que está gravemente deforestada.

## **2.1. Expropiación de la Sierra Santa Catarina**

En Noviembre de 1994, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el decreto de expropiación, por lo que se declaró Área Natural Protegida con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, iniciando con aproximadamente 1 800 hectáreas, de las cuales 1 000 hectáreas corresponden a la Delegación Tlahúac y más de 800 a la delegación Iztapalapa. Posteriormente aumentó su área a 2 160 hectáreas por compra a los pequeños propietarios de más predios. Por lo que fue declarada Área de Conservación Ecológica por el Gobierno del Distrito Federal, en el año de 1998 y publicado en el diario oficial del gobierno local. La Sierra Santa Catarina es una cadena montañosa que se localiza en el oriente de la ciudad de México, la mayor parte de ella pertenece al territorio del Distrito Federal y sólo uno de sus picos se localiza en el Estado de México (Volcán la Caldera).

## **2.2. Zonas que integran la Sierra Santa Catarina**

Del total de la superficie, de 2 160 hectáreas que corresponden a la zona de conservación, misma que compone el Área Natural Protegida, son generalmente áreas de transición, entre sitios de restauración o uso intensivo, zonas de restricción y los suelos de conservación ecológica que son las zonas de los volcanes.

Donde la sierra está formada por los siguientes volcanes Xaltepec (2500 msnm 19° 19" Latitud Norte y 99° 02 Longitud oeste), Tecuauhtzin o Santiago (2640 msnm), Guadalupe o El Borrego (2820 msnm 19° 19" Latitud Norte y 99° 00" Longitud Oeste), La Caldera (2400 msnm) y los cerros Yuhualixqui (2420 msnm 99° 19" Latitud Norte y 99° 03" Longitud

oeste), Tetecon (2480 msnm 19° 19" Latitud Norte y 99° 01" Longitud oeste) como punto principal de referencia de esta cadena montañosa, la siguiente tabla muestra los parajes y zonas o límites que integran el territorio la sierra, véase tabla 6 y tomar como referencia el mapa 1 del capítulo dos.

Tabla 6. Parajes y zonas que integran la Sierra Santa Catarina

PARAJE	PREDIO	DELEGACION	CUADRANTE
	DELEGACION TLAHUAC		
ZAPOTE SUR	SANTA CATARINA	TLAHUAC	145/30
TEOZOMA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	145/30
ZAPOTE NORTE	SANTA CATARINA	TLAHUAC	145/31
EL CAPULIN	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/30
LA CARTONERA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/29
LA POBLANITA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/31
EL GRILLO	SANTA CATARINA	TLAHUAC	145/30
LAS MARRANERAS	SANTA CATARINA	TLAHUAC	143/28
HUEYTENCO	SANTA CATARINA	TLAHUAC	143/28
CEA--Tláhuac	SANTA CATARINA	TLAHUAC	143/28
PIZACATITLA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	143/29
PANTEON DE STA. C.	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/29
MESITAS DEL CAPULIN	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/29
TEHUIZTITLA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/30
TEQUESQUIPA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/30
LA CANADA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/31
LAS CRUCES	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/31
ZACATEPEC	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/31
LOS EJIDOS	SANTA CATARINA	TLAHUAC	144/31
LA CEMENTERA	SANTA CATARINA	TLAHUAC	145/31
AMPL. LOPEZ PORTILLO	TLALTECO	TLAHUAC	140/29
TRANCATITLA	TLALTECO	TLAHUAC	140/29
CAMINO A LAS MINAS	TLALTECO	TLAHUAC	140/30
TEMAZCALTITLA	TLALTECO	TLAHUAC	141/28
CAMINO DE TIA	TLALTECO	TLAHUAC	141/28
XALATLACO	TLALTECO	TLAHUAC	141/28
TECUAZIN	TLALTECO	TLAHUAC	141/31
GUADALUPE	TLALTECO	TLAHUAC	141/31
TECOLOCUAUTITLA	TLALTECO	TLAHUAC	142/28
TEZINTITLA	TLALTECO	TLAHUAC	142/28
Amacapultitla (RAMIREZCO)	TLALTECO	TLAHUAC	142/29
EL CORNEJAL	TLALTECO	TLAHUAC	142/30
COMONFORT	TLALTECO	TLAHUAC	140/29
ROMANCO	TLALTECO	TLAHUAC	142/30
Volcán Guadalupe ladera sur	TLALTECO	TLAHUAC	142/31
	DELEGACION IZTAPALAPA		
EL POLI	SANTIAGO ACAHUALTEPEC	IZTAPALAPA	140/31
MAZATEPEC	SANTIAGO ACAHUALTEPEC	IZTAPALAPA	140/31
TECUAZIN	SANTIAGO ACAHUALTEPEC	IZTAPALAPA	140/31
XALTEPEC NORTE	SAN JOSE BUENAVISTA	IZTAPALAPA	138/31
TETECON	SAN JOSE BUENAVISTA	IZTAPALAPA	139/31
SAN PABLO	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	141/32

CAMPO CHIVAS	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	140/32
LAS CABRAS	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	140/32
TRES CRUCES	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	140/32
BARRANCA SN. PABLO	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	141/32
LAS MESAS	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	141/31
VALLE NACIONAL	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	142/32
MIRAVALLE	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	142/32
CORRALES RURAL	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	142/32
CORRALES URBANO	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	142/33
PAMILLAS	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	143/31
RANCHO AZUL	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	143/31
YECAXUSTITLA	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	143/32
AVISADERO	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	143/32
Camino al Volcán Guadalupe	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	143/32
RANCHO BAJO	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	143/32
YECAHUIZOLT	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	144/32
LA ESCONDIDA	SAN MIGUEL TEOTONGO	IZTAPALAPA	145/32
COPIASCO	CAMPESTRE POTRERO	IZTAPALAPA	145/32

Fuente: CORENA, Subproyecto Sierra Santa Catarina

Elaboro: Eliseo Cortés Cruz

### 2.3. Diagnóstico ambiental para la sierra

Para lograr establecer el control y adecuada administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), del DF, la Secretaría del Medio Ambiente (SMA), ha establecido las siguientes estrategias de trabajo.

#### **Estrategia General:**

Establecer, operar y administrar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal, entre las que se encuentra el ANP, Sierra Santa Catarina con sus más de 2 200 hectáreas (SMA, 2005).

#### **Estrategias Específicas:**

Elaborar el Manual de Procedimientos y Criterios para administrar las ANP, para establecer y emitir normas, lineamientos para la administración de las ANP, concertando con los distintos actores involucrados en la elaboración y ejecución de los programas de manejo y control de conservación (SMA, 2005).

Elaborar propuesta para el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal (Artículo 99, de la Ley Ambiental del Distrito Federal).

Actualmente se encuentra en proceso de establecimiento el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SIANAP) del DF, el cual es la instancia rectora que permitirá conjuntar, organizar y controlar todas las acciones administrativas y técnicas para la planificación y realización de programas orientados a la conservación, manejo y administración de las Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal.

Para conocer lo referente al Suelo de Conservación del DF, la administración y normatividad de las ANP corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente (SMA), a través de la Corena, en el caso de las ANP, ubicadas en suelo urbano, la administración es competencia de la delegación correspondiente, quedando al resguardo de las delegaciones, los parques y jardines urbanos limitados en zonas urbanas (Corena, 2007).

#### **2.4. Estatus de protección de la sierra**

Entre los años 1994-1998, se realizaron diversos proyectos de rescate y conservación de la sierra, patrocinados por diversas instituciones nacionales e internacionales, proyectos de gran envergadura, algunos siguen vigentes actualmente y están complementados con otros nuevos, en fechas recientes, estos últimos por organismos locales y nacionales, entre las cuales destacan la SMA y Semarnat.

Para conservar la sierra como patrimonio ambiental, organismos mundiales como el BID y la Corenader realizaron un programa conjunto para rescatar y preservar este nicho ecológico de la ciudad, con proyectos a corto plazo, que fue proteger la sierra a través del diseño, construcción y ejecución de programas, tales como, enrejado para la separación entre la zona urbana y rural de la sierra, edificación de represas en las cañadas, construcción, operación y resguardo de los parques de la sierra, cimentación de un módulo de mando para llevar la dirección de la sierra, así como crear y dar seguimiento de programas para la protección, control y vigilancia ambiental de la sierra, todo esto con recursos propios y fideicomisos de gobiernos locales y organismos internacionales para la conservación de los recursos naturales.

En la actualidad se han mantenido proyectos de custodia y preservación de esta Área Natural Protegida, a través de la creación y construcción de Parques Recreativos, Centros de Educación Ambiental, así como programas de recuperación permanente de unidades territoriales (predios, parajes y polígonos), ocupados por asentamientos humanos irregulares (invasiones ilegales por grupos vulnerables) y fraccionamientos clandestinos (cambio de uso de suelo ilegal-fraude), así como la creación y seguimiento de leyes gubernamentales de protección continua, de zonas de reserva ecológica vulnerables a invasiones clandestinas, venta de estos predios a grupos inmobiliarios.

Planes actuales de trabajos en la sierra, con objetivos que se ejecutan de acuerdo a la Gaceta del DF, consultado en el año 2009, Gerencia Sierra Santa Catarina, SMADF, Dgcorenader, Delegación Iztapalapa y Delegación Tlahúac, consultado en fechas de enero 2009.

1. Rescatar y preservar las zonas ecológicas de la Sierra Santa Catarina, ante la amenaza de la mancha urbana, mejorar las condiciones ambientales y de vida de los asentamientos humanos, favoreciendo a las mismas, hogar-ambiente apoyando a fortalecer la estrategia de las zonas prioritarias para el mejoramiento ambiental del Área Metropolitana del Valle de México.
2. Realizar anualmente trabajo de recuperación, como son reforestación con fines de conservación para contrarrestar los bajos niveles de la calidad del aire y el deterioro de los mantos acuíferos, de los suelos de las zonas aledañas a la sierra y de la parte oriente de la Ciudad Capital. Incrementando en mayor medida el establecimiento de parques y zonas controladas, propicias para la recreación y esparcimiento, como beneficio hacia la comunidad vecina de la zona y la ciudad misma que conserva y disfruta su medio ambiente.
3. Mejorar la calidad del medio ambiente y la calidad de vida de la población, ubicada en los alrededores y laderas del volcán Guadalupe.  
Llevar a cabo la restauración de los nichos ecológicos mediante trabajos de reforestación y pastización con las especies endémicas de los volcanes Guadalupe y Tecuatzin.
4. Promover la participación social de todos los actores involucrados en el beneficio ambiental de la zona, de la reserva, sin importar ideología social, credo político, económico o cultural, si no sacarle provecho racional a la ecología pensando siempre en el futuro de todos.

En la tabla 7, se hace un recuento de las acciones de prevención y control realizadas en la Sierra, de 1994 a 2009. Aplicados por Corena, J.U.D., Santa Catarina.

Tabla 7. Acciones de trabajos realizados en la Sierra Santa Catarina, de 1994 a 2008

Acciones	Avance hasta el 2007	Meta
Establecimiento de delimitación Física.	Más de 25 %.	25 km
Habilitación de áreas recreativas y deportivas.	70 %.	20.9 ha
Habilitación de Caminos Empedrados y Senderos.	50 %	65.9 km
Construcción de casetas de vigilancia.	7 fijos y 1 temporal, el predio las calabazas.	7 casetas.
Habilitación de áreas verdes.	40 % del área natural.	50% del área.
Plantación de especies	Sin dato.	Sin dato.
Eliminación de basura, cascajo y otros.	Más de 50 hectáreas, jornadas de limpieza.	El 100% de la sierra.
Expropiación de tierras para la regularización de la tenencia ejidal.	Hasta el año 2000, 226.0 ha	Toda la sierra si fuese posible.
Expropiación de los predios para el área natural protegida * área comunal * área ejidal, * propiedad privada y otros regímenes.	712 ha	8820 ha, datos encontrados para 1997, en la actualidad no se cuenta con datos.
ADICIONALES.		
Reubicación de familias invasoras	Sin datos	Todos los asentamientos irregulares.
Prevención y combate de incendios forestales		Se controla con cuadrillas de trabajadores eventuales.
Clausura de Minas ilegales y desalojo de invasores ZCE.	Sin datos.	Sin datos actuales hasta junio 2006.

Fuente: Dgcorenader, Corena, Subproyecto Sierra Santa Catarina (2009).

## 2.5. Uso actual del suelo

La expansión urbana de la Ciudad de México, ha rebasado desde hace varios años los límites territoriales del Distrito Federal, generando una continuidad espacial a través de asentamientos humanos, flujos de personas y bienes con el territorio de los municipios cercanos del Estado de México, en la zona de estudio se localizan los municipios de Valle de Chalco, Ixtapaluca, Los Reyes la Paz, conformando así lo que se conoce como Zona Metropolitana de la Ciudad de México correspondiente a la zona Oriente. (PAOT-Seduvi, 2000).

El suelo del Distrito Federal se divide, para fines prácticos, en urbanos y de conservación ecológica. Cada categoría depende de los usos productivos del suelo y las actividades de la población, así como los de carácter administrativo, que determinan la línea limítrofe entre el área de desarrollo urbano y el área de conservación ecológica. El suelo de conservación lo constituye primordialmente el área rural del Distrito Federal en su región sur y sur poniente; abarca las delegaciones: Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tlahuac, Tlalpan y Xochimilco; se localiza también una pequeña área, al norte de la Ciudad de México, en la Delegación Gustavo A. Madero (SMA, 2000).

De acuerdo con los lineamientos del Programa General de Desarrollo Urbano y los Programas Delegacionales, se estableció en la declaratoria sobre la línea limítrofe, entre el área de desarrollo urbano, que la dimensión de la superficie del "suelo de conservación" es de 88 442 hectáreas, misma que constituye poco más del 59% de la superficie total del Distrito Federal, limitado al norte, este y oeste con el Estado de México y al sur con el estado de Morelos. (Seduvi, 2000-2008 Compendios).

La mayor superficie del suelo de conservación se encuentra al sur del Distrito Federal, abarca 87 204 hectáreas. Y se extiende por toda la Sierra del Ajusco, el Cerro de la Estrella y la Sierra Santa Catarina, así como en las planicies lacustre de Xochimilco-Tláhuac y Chalco. Asimismo la porción menor del suelo de conservación que se localiza al norte del Distrito Federal corresponde 1 238 hectáreas distribuidas entre la Sierra de Guadalupe y el Cerro del Tepeyac (SMA-Corena, 2000).

Existen poco más de 500 hectáreas de terreno en la Sierra Santa Catarina, dedicados a las actividades agropecuarias, donde se cultivan diversos productos como maíz, frijol, calabaza, avena, papa, amaranto, romero; se realizan prácticas de pastoreo, de ganado bovino y caprino. Además coexisten 800 hectáreas clasificadas para uso urbano, que incluyen poblados rurales, Zonas Especiales de Desarrollo Controlado (ZEDEC), asentamientos humanos irregulares y equipamientos urbanos, principalmente en el límite urbano rural de Tláhuac, en zonas como Tlaltenco, Santiago Zapotitlán y el Pueblo de Santa Catarina Yecahuizotl, entre los más importantes.

Las actividades productivas y el desarrollo urbano ocupan aproximadamente 1 000 hectáreas. En particular, la agricultura dispone del 35% del suelo de conservación y el uso habitacional rural, en zona de retención de aproximadamente el 11% (Corena, 2000).

La pérdida de la cubierta natural ocasionada por el crecimiento urbano, la expansión agrícola, la extracción del suelo y minerales, la tala clandestina y los incendios forestales constituyen los principales problemas en la zona rural del Distrito Federal. De acuerdo con el Programa de Gestión y Administración de los Recursos Naturales del Distrito Federal, elaborado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para la Secretaría del Medio Ambiente, las áreas deforestadas equivalen al 7% de la extensión del área rural y se concentran en las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras, lo cual para la sierra corresponde a 1% principalmente en la parte que le corresponde a Iztapalapa (SMA, 2000).

Al considerar el deterioro de la cubierta vegetal por cada delegación, se observa que el porcentaje de la zona rural, que carece de vegetación natural es de 33% para Iztapalapa y para Tláhuac 22%. En donde se nota la variedad en cubierta vegetal para cada delegación, mientras que para Tláhuac la cubierta vegetal, su nivel de transformación es de 15% la zona urbana, Iztapalapa sobre sale, entre éstas, por la mayor tasa de transformación en más de 35%.

## **2.6. Explotación del suelo**

La Corena calcula que se encuentran erosionadas casi 32,000 hectáreas de la superficie del DF, y cada año alrededor de 200 nuevas hectáreas pierden su fertilidad, mientras que en los municipios del Estado de México se identifican en proceso de erosión 9,000 hectáreas, con un ritmo de deforestación de 500 hectáreas anuales. El desgaste de la capa orgánico-mineral, por efecto del viento y el agua, ocasiona el azolvamiento del drenaje y volatilización de polvo, que contribuye a la contaminación atmosférica e hídrica, y a la pérdida de comunidades vegetales y animales de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Las formas de erosión que se presentan en la región van de moderadas a intensas. Entre los principales procesos que contribuyen a la erosión y desertificación sobresalen: la deforestación por cambios de uso del suelo, el crecimiento de la frontera agrícola en zonas de fuerte pendiente, las prácticas agrícolas deteriorantes como el monocultivo y el uso indiscriminado de agroquímicos, el riego con aguas negras y la pérdida de la vocación agrícola en la región que va abandonando las tierras de cultivo con la consecuente especulación para uso habitacional (Corena, 2000).

En cuanto a la actividad forestal, dos elementos afectan al suelo: la tala inmoderada y los incendios forestales. Estas dos acciones perjudican al suelo de los bosques porque generalmente son terrenos inclinados y cuando se quema la cubierta vegetal se hace más vulnerable a la erosión, este efecto lo sufren año con año las principales laderas de la Sierra Santa Catarina (Maya, 1996).

## **2.7. Cambio de uso de Suelo**

Las modificaciones a los usos del suelo, siguiendo lo señalado en la Ley de Desarrollo Urbano, se realizan modificaciones de programas y cambios de uso del suelo, con el fin de resolver lo no previsto en los Programas de Desarrollo Urbano Vigente y atender a los cambios económicos y sociales de la ciudad (Seduvi, 2007).

En lo que respecta a las modificaciones de programas, a través del artículo 26, el 3 de enero de 2005 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el Decreto por el que se modificaron los programas delegacionales y parciales de desarrollo urbano atendiendo a 26 solicitudes de cambio de usos de suelo. Lo que le corresponde una tercera parte a la Sierra de Santa Catarina. (Seduvi, 2007).

En cuanto al procedimiento mediante el Artículo 74 de la Ley de Desarrollo Urbano para proyectos de bajo impacto urbano, en el período de referencia ingresaron once casos que forman parte de las 426 solicitudes consideradas como ingresadas, de las cuales cinco resultaron definitivas, doce solicitudes pendientes de dictaminar, once ya fueron dictaminadas en el Comité Técnico, 357 solicitudes en activo y 41 resultaron improcedentes, incompletas o se desistieron. Al período que se informa, se tienen 288 solicitudes ingresadas para cambio de uso del suelo, que se desagregan de la siguiente manera: 280 solicitudes se encuentran en distintas fases de atención; tres casos se encuentran en la Asamblea Legislativa para su revisión y/o aprobación, mientras que cinco solicitudes resultaron improcedentes, incompletas o se desistieron.

Asimismo, en el marco del proceso de simplificación de trámites, emprendido por este gobierno y como resultado del decreto aprobado por la Asamblea Legislativa del Distrito Federal (ALDF), para regularizar los usos del suelo de las micro y pequeñas empresas dedicadas a actividades de bajo impacto urbano como son las minas de extracción de materiales pétreos, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), han revisado 298 solicitudes, de las cuales a la fecha 47 han sido dictaminadas favorablemente, de las delegaciones Gustavo A. Madero e Iztapalapa, en cuanto al aprovechamiento del suelo con fines comerciales.

## **2.8 Normas y regulaciones del suelo**

Las normas y regulaciones del uso de suelo están bajo los lineamientos y regulaciones de la Ley Ambiental del Distrito Federal, y de los reglamentos internos de cada delegación que tiene suelo en la Sierra a su favor o que participan con programas y aportaciones para la preservación de la zona.

La zona de restauración de la sierra está compuesta por los usos del suelo en sus hectáreas en espacios ocupados y distribuidos de la siguiente manera de acuerdo a la tabla 8.

Área total que comprende la Sierra Santa Catarina de 1160 hectáreas; Área Natural Protegida 748 hectáreas, Suelo de Conservación Ecológica (SCE) 1417 hectáreas.

Las 1 033 hectáreas restantes corresponden a la zona de reserva, misma que tiene como objetivo la detención de la degradación de los recursos naturales, induciendo actividades que favorezcan los procesos naturales de recarga de los mantos acuíferos, reforestar la cubierta vegetal y otras actividades.

Tabla 8. Tipo de ocupación en la Sierra Santa Catarina

Tipo de ocupación	Hectáreas Ocupadas
Minas de arena, grava y tezontle	94 ha
Áreas con terrenos de cultivos y terrenos ociosos	621 ha
Asentamientos humanos irregulares	285 ha
Gasera y cementera de Yecahuitzolt	52 ha
Otras áreas que han quedado en zona urbana	75 ha

Fuente: Tabla propia realizada a partir del recorrido de campo medido con GPS

La normatividad en la SMA y las funciones del Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SIANAP), del Distrito Federal para la sierra y para todos los ANP y SCE del Distrito Federal se definen a continuación:

“Definición, emisión y aplicación de los criterios y lineamientos para regular todas las actividades que se pretendan realizar dentro de un ANP, así como para la creación de nuevas áreas. Registrar e integrar el archivo documental de cada ANP, sobre programas de manejo de aspectos legales, elaboración y ejecución de proyectos, entre muchas más actividades.

“Transferencia de la administración de la ANP, en abril de 1999, al Gobierno Federal, a través de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnat),

suscribieron un convenio mediante el cual se transfiere la administración de siete Parques Nacionales al Gobierno local, a través de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (Corena) de la Secretaría del Medio Ambiente, con todo y dependencia económica del Gobierno del Distrito Federal (SMA, 2002).

## **2.9. Control del suelo y conservación de la Sierra Santa Catarina**

El control de suelo se da a través de evitar que se le cambie el uso actual que tiene la sierra a través de convenios entre las distintas instancias gubernamentales en el Distrito Federal.

El control del suelo en la sierra se ha dado a través de la declaratoria de zonas sujetas a conservación ecológica y áreas naturales protegidas, con miras a contrarrestar el fenómeno de la mancha urbana, que día con día sigue acabando con zonas rurales del Distrito Federal, entre las que todavía se puede conservar, como es el caso de nuestra área de estudio la Sierra Santa Catarina.

Las 17 ANP, establecidas en territorio del DF, de las cuales ocho fueron decretadas por el gobierno local como ANP y nueve por el Gobierno Federal como ANP- Parques Nacionales.

En la tabla 9 se establecen los grados que se le otorgaron a las ANP y ANP-Parques Nacionales, entre las cuales se incluye a la Sierra de Santa Catarina.

Tabla 9. Tabla de ANP y ANP-Parques Nacionales en el Distrito Federal.

ANP de competencia local	ANP de competencia federal
1. ZSCE. Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	1. PN. Cerro de la Estrella
2. ZSCE. Tercera Sección del Bosque de Chapultepec I	2. PN. Cumbres del Ajusco
3. ZSCE. Tercera Sección del Bosque de Chapultepec II	3. PN. Desierto de los Leones
4. ZSCE. Parque Ecológico de la Cd. de México	4. PN. El Tepeyac
5. ZSCE. Bosques de Las Lomas	5. P N. Fuentes Brotantes de Tlalpan
6. ZSCE. Sierra de Guadalupe	6. PN. Histórico Coyoacán
7. ZSCE. Sierra Santa Catarina	7. PN. Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla
8. P.U. Bosque de Tlalpan	8. PN. Lomas de Padierna
	9- ZPF Los Bosques de la Cañada de Contreras

Fuente: Cuadro tomado de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal 2009.

ZSCE: Zona Sujeta a Conservación Ecológica

ZPF: Zona Protectora Forestal

PN: Parque Nacional

PU: Parque Urbano

Funciones de los ANP: la principal función de un ANP, es la protección y conservación de recursos naturales de importancia especial, ya sean especies de flora o fauna que se encuentran catalogados en algún estatus de riesgo, (raras, amenazadas, endémicas, peligro de extinción) o bien de ecosistemas representativos a nivel local, regional e incluso fuera de nuestras fronteras. Esta función es la que motiva el establecimiento de un ANP y determina a su vez la definición de políticas de manejo y aprovechamiento de recursos naturales, mucho más específico y controlado, que las que se pudieran establecer en áreas en donde su objetivo principal no es la conservación.

Adicionalmente a su función de conservación, las ANP generan al igual que otros terrenos del área rural del DF, diversos servicios ambientales tales como recarga de mantos acuíferos, captura de (CO<sub>2</sub>) y partículas suspendidas, oportunidades de recreación, además de otras.

Además de la importancia que tiene cada una de las ANP, por los recursos específicos que protege y conserva, éstas en su conjunto desempeñan un papel muy importante ya que conforman un sistema, que por un lado suma la cantidad y diversidad de recursos naturales que protegen, y por otro facilitan el flujo de especies entre áreas. Este último aspecto depende en gran medida de las políticas de conservación que se establezcan en las áreas distintas a las ANP, lo cual en el DF está determinado por el *Ordenamiento Ecológico*.

#### Problemáticas de las Áreas Naturales Protegidas

Las ANP, están sujetas a constantes presiones principalmente provocadas por la sociedad, tales como:

- Invasiones por asentamientos irregulares.
- Eliminación de vegetación natural para establecer cultivos agrícolas.
- Tala clandestina.
- Aprovechamiento sin control de plantas, tierra y agua.
- Incendios.
- Contaminación con residuos sólidos y líquidos (desagües, basura, cascajo).
- Actividades recreativas intensivas y desordenadas.

#### **2.10. Uso actual en las Zonas Especiales de Desarrollo y Controlado (ZEDEC) de la Sierra Santa Catarina**

Asentamientos humanos regulares e irregulares en la Zona Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC), de la Sierra Santa Catarina. La limitada oferta de vivienda en la Ciudad de México, agravada por una inmigración todavía significativa aunque decreciente,

ha originado un déficit habitacional que ha estimulado el crecimiento desordenado hacia su periferia.

A esta situación se le suma la escasa reserva del suelo para uso habitacional, ocasionando el establecimiento de asentamientos humanos irregulares en lugares que no son adecuados para su desarrollo o ubicados en zonas donde no está permitida la construcción de viviendas. En el territorio del suelo de Conservación del Distrito Federal, los asentamientos se pueden clasificar en regulares e irregulares, con base en su ubicación y la normatividad que rige el área donde se establecen.

El proceso de urbanización en el suelo de conservación se debe principalmente a la ocupación inmobiliaria denominada "hormiga", es decir, a la expansión de las construcciones que los conforman. Por otra parte, aunque en menor medida, este proceso se debe a la ocupación masiva de predios ocasionada por la venta ilegal de terrenos en propiedad social o de propiedad privada, en donde no se permite el uso habitacional, constituyendo la ubicación de fraccionamientos clandestinos.

Además de los 35 poblados rurales que se tienen registrados en el suelo de conservación, se tienen registrados 709 asentamientos humanos. De éstos, 180 son regulares y 528 son irregulares. Hasta junio del 2000, estos asentamientos albergaban aproximadamente a 59 302 familias. (Corena, 2005).

Todo esto para intentar crear una barrera de contención, de crecimiento de la mancha urbana, en la sierra y en todas las orillas de la Ciudad de México, esto vino de la administración de los antiguos regentes de la ciudad, de la época de Manuel Aguilera Gómez, Manuel Camacho Solís y Oscar Espinoza Villareal, cuando la Ciudad de México tenía estatus de Departamento del Distrito Federal, por lo que en la actualidad se están creando y proponiendo planes y proyectos con instituciones que en el siglo pasado no existían en el Distrito Federal.

## CAPITULO 3

### CONDICIONES DE AMENAZA PARA LOS ASENTAMIENTOS EN LA SIERRA SANTA CATARINA

En este capítulo se describen los principales tipos de amenazas localizadas en la Sierra Santa Catarina, donde se hace mención a detalle de los posibles peligros de carácter natural que puedan afectar en un momento a los asentamientos humanos.

Desde hace varios años el tema central de discusión y sobre el cual se presta mayor atención respecto a cualquier obra del ser humano (acción antrópica) y su relación con el riesgo natural es un estudio denominado Evaluación Riesgo Ambiental.

El concepto ha evolucionado a partir de la sanción de normativas, al respecto, pasando de ser un simple informe protocolar elaborado generalmente por un solo experto, que consistía en la sumatoria de los impactos positivos y negativos que solo se daba como trámite burocrático, sin ningún sustento técnico de certeza, por lo que se tuvo que generar un estudio multidisciplinario e interdisciplinario para sustentar técnicamente y científicamente el riesgo, donde no necesariamente cualquier resultado positivo es viable ambientalmente (Coneza, 2000), como es el caso de nuestro estudio de los problemas ambientales presentes en la Sierra Santa Catarina, por lo que fue necesario tomar comentarios de varios especialistas de diversos ámbitos como biólogos, agrónomos, edafólogos, geógrafos, geomorfólogos y geólogos, entre otros de diversas instituciones, tanto gubernamentales como privadas entre las que mencionaremos a la Corena, Seduvi, Instituto de Geografía de la UNAM, entre otros.

Porque es un estudio muy complejo y extenso de relacionar el riesgo y el impacto en la sierra, por lo que fue mejor recurrir a opiniones de diversos especialistas, de diversos ámbitos normativos vigentes, para cada actividad fue importante reunir comentarios de expertos y especialistas en cada campo, relacionados con el riesgo y el impacto ambiental.

Los orígenes de la Sierra Santa Catarina, como se hizo mención en el primer capítulo, y de acuerdo a los diversos autores consultados, son los siguientes, conforme a la zonificación de geotectónica actual que establece el reglamento de construcción del Distrito Federal y

analizados con estudios previos en los compendios de Centro Nacional de Prevención de Desastres, Atlas de Riesgo del Distrito Federal, 2006 y publicaciones hechas por el Instituto de Geografía (IG-UNAM), 1990-2002, Instituto de Ciencias de Tierra (ICT-UNAM), compendios clasificados 2000-2005, (Cenapred, 2005).

Por los mapas y fotografías del Distrito Federal que se tienen, tanto de carácter físico como de referencia, se localizan estructuras topográficas bastante singulares como la Sierra Santa Catarina, la Sierra de Guadalupe, el Peñón de los Baños, el Cerro de la Estrella y el Peñón del Marques, que las hace ver como pequeñas cadenas montañosas volcánicas dentro de una cuenca de grandes extensiones planas, sin contar las cadenas que se encuentran en territorio del Estado de México, tales como el Cerro de las Palomas en Chimalhuacán y el Cerro del Pino entre Ixtapaluca y Los Reyes La paz.

De acuerdo con Cenapred (2005), el crecimiento demográfico, la expansión desordenada de la mancha urbana hacia las partes altas de la cuenca a traído como consecuencia, la sobreexplotación del agua, la disminución de la recarga de los mantos acuíferos que conlleva a propiciar hundimientos y agrietamientos del suelo e incrementan el riesgo de procesos de remoción en masa (comúnmente conocidos como desgajamiento de tierra), es el riesgo más latente para la sierra que afecta seriamente a sus moradores.

En 1940 comenzó la expansión de la mancha urbana hacia las partes montañosas de la cuenca de México, como son la Sierra Santa Catarina, la Sierra de Guadalupe, la Sierra de Atizapán, las Sierras de Las Cruces y la Sierra de Chichinautzin, pero su mayor auge de crecimiento fue entre los años 1960 a 1980, según datos de la Comisión de Regulación de Tenencia de la tierra. (CORETT, 1980).

Para el año 2000 ya no existe espacio hacia dónde construir, en la zona plana de la ciudad, principalmente en las delegaciones centrales, y por ende, el mayor crecimiento se registraba hacia el norte y el poniente. (Corena, 2000-Inédito; Seduvi, 2007).

Para Palomo, (2000) en Protección Civil (2008); si continúa este crecimiento hacia las partes altas, que son zonas de recarga de agua para la cuenca, disminuirá el nivel de los acuíferos. Esto podría tener relación directa con hundimientos y agrietamientos del suelo. De ahí que sea necesario evaluar dichas zonas para fundamentar políticas públicas de

planificación y ordenamiento territorial para cada una de las delegaciones del Distrito Federal.

Corresponde a la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT), la elaboración del diagnóstico ambiental general y a las secretarías de Protección Civil (PC), Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), y Obras y Servicios, ubicar los potenciales, riesgo y daños colaterales que en dado momento pudiesen ocurrir en la Sierra Santa Catarina, de acuerdo a documentos oficiales consultados en la PAOT, Protección Civil del Distrito Federal, DGCOH, entre otros. (Consulta, 2008).

En un resumen ejecutivo elaborado por la PAOT en 2007, denominado “Evaluación de Riesgo Ambiental Para el Distrito Federal”, se indica que se efectuaron diversos sobrevuelos aéreos, en las zonas de mayor peligro como son barrancas, laderas inestables, zonas de hundimiento que se catalogan como zonas potenciales de riesgos y daños en todo el territorio del Distrito Federal. Esto de acuerdo a documentos de la PAOT y PC, en Iztapalapa corresponde a las zonas de Sierra Santa Catarina, Parque Nacional de Cerro de la Estrella y el Peñón del Marques, los mayores peligros, principalmente a lo que corresponde a sus laderas, por el fácil desprendimiento del suelo y rocas de sus laderas.

Por los datos recolectados en las instituciones, anteriormente mencionadas, se identificaron los sitios en los que se presenta un alto riesgo ambiental por la ubicación de viviendas irregulares y depósito de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, la zona que destaca el informe de la PAOT, corresponde a la parte oriente de la delegación Tláhuac, zona que analiza nuestro estudio.

Además, el diagnóstico ambiental señala la modificación del relieve en laderas, cauces, alteración y destrucción de la cubierta vegetal original, erosión del suelo, apertura de caminos, tala, depósito de residuos sólidos, descargas de aguas residuales a cielo abierto, alteración del ciclo hidrológico de la cuenca, degradación del paisaje y cambio de uso de suelo, entre lo más destacado del análisis.

Las autoridades ambientales detectaron que la mayoría de las viviendas están construidas de manera provisional con madera y lámina de cartón corroboradas en la práctica de

campó que se realizó en la zona con trabajadores de la Corena y autoridades Delegacionales, tanto de la delegación Tláhuac como Iztapalapa.

El documento “Evaluación de riesgo ambiental para el Distrito Federal”, de la PAOT (2007), señala que las zonas más afectadas de las delegaciones Tlahúac e Iztapalapa son de la colonia Campestre Potrero (Tláhuac), en línea recta a San José Buenavista (Iztapalapa), recorriendo colonias como son la Poblana, Corrales, Avisadero, Ampliación Miravalle, Miravalle, San Pablo, Huecampol, Lomas del Paraíso, Barrancas de Guadalupe, Barrancas del Tetecon, Ampliación Buenavista, Lomas de Buenavista, Predio de Degollados y San José Buenavista.

En lo correspondiente a Tláhuac, las siguientes colonias López Portillo, Ampliación López Portillo, Zompante, Tres de mayo, Barrio San Miguel, La Mesa y Teozoma así como algunas calles del pueblo de Santa Catarina Yecahuitzol.

Para Seduvi (2007), el crecimiento de la población ha provocado la ocupación de espacios importantes al este, sur y oriente de la ciudad, ejerciendo presión al suelo de conservación, provocando segregación del territorio y la pérdida de servicios ambientales primordiales.

Este proceso ha afectado seriamente las áreas de alta infiltración para la recarga de los mantos acuíferos, agudizando los riesgos potenciales para los asentamientos humanos localizados en Iztapalapa, son algunos de los efectos que, precisa el documento que se consultó para este capítulo (PCDF, 2008).

El estudio agrega que los asentamientos irregulares corren mayor riesgo con sismos, derrumbes, grietas aluviones, oquedades e inundaciones esto principalmente en la época de lluvias (PCDF, 2008).

La PAOT, recomienda realizar evaluaciones preventivas en los asentamientos irregulares, inhibir la creación de nuevos asentamientos en las barrancas y orillas de los ríos, incrementar la vigilancia en barrancas y laderas, así como revisar todos los permisos en los nuevos desarrollos (PAOT, 2007).

En un recorrido por las barrancas y laderas de la sierra, donde se localizan las minas, por ejemplo, se observó que la mina San Pablo que está clausurada, encontrándose signos de erosión, deforestación, depósitos de basura e invasiones al suelo de conservación, por lo que se consultó a las autoridades ambientales correspondientes, tal como la Corena, PAOT y la Delegación Iztapalapa recomendaron evitar la fragmentación de las barrancas con cambios de uso de suelo que mezclen las zonas rurales con las urbanas y que reducen la barranca al entorno inmediato, al cauce (que se le considera zona federal), abunda la (PAOT, 2007).

### **3.1. Riesgo**

La definición de riesgo está asociada con la de peligro o amenaza, en la literatura especializada en desastres o en temas de riesgo a nivel de administración de la Protección Civil, el tratamiento de este concepto tiene una corriente específica orientada al grado relativo de que ocurra un evento extraordinario o amenazador como el colapso de algún edificio, en caso de algún sismo.

En el campo de estudio de los desastres, abundan las definiciones de riesgo como las siguientes: para Wilches y Chaux, (1989), el Riesgo es la probabilidad de exceder un nivel de consecuencia socioeconómico y técnico en un cierto período de tiempo, y un determinado lugar o cualquier fenómeno de origen natural, antrópico y humano, esto significa un cambio en el medio ambiente que ocupa un lugar establecido, que este vulnerable a ese fenómeno.

### **3.2. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad se define como el grado de susceptibilidad hacia un peligro o amenaza, está integrado por la población y diversos componentes del desarrollo humano, entre los que destacan el uso de suelo, la vivienda, el equipamiento, la infraestructura y los servicios, así como la vialidad y el transporte, los cuales, al estar expuestos al impacto ambiental como fenómeno destructivo, pueden ser un efecto pasivo o activo donde “daña o ayuda”.

La vulnerabilidad es la extensión a la que una comunidad, estructura, servicio o área geográfica es probable que sea dañada o desorganizada por el impacto de uno o varios peligros de desastres particulares o en grupo, a causa de su propia naturaleza, construcción y proximidad a un área propensa al desastre de una determinada magnitud.

Para Gómez (2003), en los propósitos de la ingeniería, la vulnerabilidad es una función matemática definida como grado de partida, esperando que resulte del impacto de un peligro o desastre, de una determinada magnitud, a un elemento determinado en riesgo o un conjunto de tales elementos para un particular tipo de estructura, y es expresada sobre escala de 0-1.

Macias (1999), dice que la vulnerabilidad, en términos generales, es una condición susceptible de recibir daños en referencia a otra, en cuya relación media es el riesgo y el peligro.

Por otro lado, la vulnerabilidad social se define como una media e indica que tan propensa es una población humana o animal, a los daños que pueda causar el impacto de uno o varios fenómenos, donde se mide la fragilidad con que cambia de un estado normal a uno de impacto-desastre.

La vulnerabilidad social es mayor cuando la situación económica del ser humano es precaria, donde tal vez su estilo de vida o *modus vivendi* es precario (donde se incluye la vivienda misma), o está mal ubicada (Velásquez, 1993).

La vulnerabilidad de las comunidades se presenta cuando la gente ha estado poblando terrenos que no son adecuados para la construcción de viviendas, por tipo de suelo o por su ubicación con respecto a las zonas de deslizamiento, remoción de laderas inestables, inundaciones, entre otros. Y con la construcción de viviendas precarias, en todos aspectos, con material inapropiado para las condiciones del terreno o clima, esto hace más peligroso este fenómeno (Cenapred, 2007).

La vulnerabilidad se vincula con el antecedente de los aspectos humanos, sobre los que impacta el evento físico o peligro, generalmente se entiende así, que los sectores sociales más vulnerables, a sufrir dichos eventos son los pobres (Preciado, 1999).

Finalmente la pobreza es un rasgo estructural que condiciona la ubicación de los grupos en áreas peligrosas, por otro lado impacta el nivel cultural de preparación, ante estos mismos, donde se viene una respuesta tardía de los factores sociales o actores gubernamentales e institucionales para responder a tiempo ante posibles eventos de peligro con infraestructura adecuada, tanto económicamente como de rapidez de aplicación de algún plan de contingencia (Preciado, 1999), en el caso de la zona de estudio como es la Sierra Santa Catarina, estos elementos están implícitamente establecidos y presentes en zonas específicas, como las áreas de mayor riesgo y vulnerabilidad de la Sierra, como es la parte norte, específicamente las laderas del volcán Tecuatzin y Xaltepec.

### 3.3. Sismicidad

El mapa de peligro sísmico consultado en diversas instituciones como PCDF e Instituto de Geología de la UNAM, muestra las zonas más susceptibles a sufrir daños sísmicos, principalmente a la zona lacustre de la cuenca de México, como efecto de las ondas sísmicas generadas en la zona Costera del Pacífico, donde se origina la mayoría de los sismos que afectan a la Ciudad de México. Este dato se recolectó de acuerdo a estudios realizados, con base en la dispersión de ondas de un sismo cuyo foco se ubica en la costa de Michoacán, similar al ocurrido el 19 de septiembre de 1985. Tomado del Atlas Nacional de México, 2007.

Con base en lo anterior y fundamentándose en el posible riesgo ante algún sismo para la Sierra Santa Catarina, y de acuerdo al mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, donde se conjuga la litología (tipo de rocas, fracturas y materiales granulares en laderas), las formas de emplazamiento (rodamientos, volteos, deslizamientos rotacionales y traslación, así como los flujos de lodo o flujo de declives) y las pendientes mayores a 30°, donde posiblemente pueda tener alguna consecuencia asociándola a las laderas de la sierra que poseen ese grado de pendiente, permiten identificar áreas potencialmente afectables o con alguna problemática específica, con lo que se pueden fundamentar decisiones de Protección Civil y desarrollar proyectos que eviten, prevengan o mitiguen el efecto por deslizamiento de laderas provocados por algún efecto del movimiento por sismo (Alcántara, *comm. Pers.*, 2008).

Cabe apuntar que el Distrito Federal, también está expuesto a sismos originados en Tehuacán, Puebla; Venta de Bravo en el límite de Michoacán y el Estado de México e incluso en zonas dentro de su mismo territorio donde se han reconocido decenas de fallas activas asociándose a los sismos en la Sierra Santa Catarina, de Las Cruces, de Guadalupe y Nevada (Palomo, 2000, en Seduvi 2007).

### **3.4. Vulcanismo**

En la cuenca de México se localizan volcanes monogenéticos asociados a la actividad reciente de la sierra de Chichinautzin–Ajusco, que es el campo volcánico activo más próximo a la zona de estudio, sin embargo, el monitoreo sísmico que se lleva en centros de investigación, tales como el Instituto de Geología de la UNAM, el CENAPRED, IG-UNAM, no se ha detectado alguna actividad volcánica en la zona de la sierra, ni tampoco en algún radio cercano, excepto el radio de los 45 km de los volcanes de la Sierra Nevada, datos consultados en el centro de investigación sobre fenómenos naturales de la UAM-X, no se tiene informe de actividad reciente, donde estos centros de investigación no prevén alguna actividad a corto plazo en esta cadena Montañosa, más cercana al centro de la Ciudad de México.

El vulcanismo es otro peligro asociado con la Ciudad de México, donde se asientan muchas montañas que limitan con la cuenca, que son de origen volcánico, como las de la Sierra Nevada y de la Sierra de Chichinautzin, con volcanes monogenéticos activos, esto nos permite conocer de manera más directa las causas y los efectos de los sismos en la cuenca de México (Lugo, 1991).

Donde la Sierra Santa Catarina, se localiza a una distancia de 50 Km., como punto de referencia, el punto de cruz de la cima del volcán Popocatepetl, que presenta actividad en la actualidad, esto puede representar algún riesgo de nivel medio para la población asentada en la sierra y en la cuenca de México (PCDF, 2000).

Lo que afectaría a esta zona sería una lluvia de ceniza, producto de una erupción o de varias erupciones violentas, lo que representaría la acumulación de una capa de ceniza de varios centímetros de espesor, lo que tapizaría la cubierta vegetal, la carpeta asfáltica,

techos de las viviendas, tapanía las coladeras de los drenajes y enturbiaría las aguas superficiales de lagos y ríos, aparte de enfermedades respiratorias que ocasionaría a la población en general, pero principalmente a la población más vulnerable, los niños y los ancianos (PCDF-Cenapred, 2007)

Para Lugo, (1991) cuando cesa la actividad de un volcán empieza a ser desgastada lentamente por la erosión. Donde el proceso es muy lento si se le considera tiempo histórico, pero sumamente breve si se le considera en el tiempo geológico, y es más breve cuando interviene directamente y sin medida la mano del hombre tal como es en el caso de la Sierra Santa Catarina.

De acuerdo con Pérez, (1992) la actual degradación del cono del volcán Guadalupe está ocurriendo de diferentes formas como es la inhumación de los flancos debido a subsecuentes movimientos y erosiones de remoción en masa, donde la degradación del cono del volcán Guadalupe, junto con la de los volcanes del Tecuatzin y Tetecon está sucediendo por el proceso degradatorio mencionado.

Como la erosión es más intensa sobre las geoformas con gran amplitud de relieve, los conos de escoria jóvenes tienden a ser más afectados por la erosión, que los conos ya semidegradados, tal como sucede con otros volcanes del área de estudio, que presentan un estado avanzado de desgaste, en consecuencia, en un período no largo, la erosión producirá mayor desgaste sobre este cono joven, lo cual impactará fuertemente el área.

### **3.5. Fallas y fracturas**

A causa del hundimiento regional de la Ciudad de México, se han registrado varias zonas con agrietamiento en la zona sur y oriente de la ciudad, especialmente en la Sierra Santa Catarina, lo que afecta aproximadamente a una cuarta parte de la población que habita en las partes bajas de la sierra, donde las colonias con mayor afectación son el Paraje San Juan, La zona de San Lorenzo Tezonco, Santa María Aztahuacan, Santa Cruz Meyehualco, San Miguel Teotongo, y en lo que respecta a la zona de Tláhuac, Santiago Zapotitlán, San Francisco Tlaltenco y la zona de Límite Tláhuac-Chalco, entre las más vistas (PCDF - Seduvi, 2007).

Los agrietamientos más destacados registrados en los meses de enero a octubre de 2008, particularmente en los alrededores del Volcán Yualixqui, en zonas que van de San Lorenzo Tezonco a la Colonia Selene en Tláhuac y Santa Cruz Meyehualco en Iztapalapa, viéndose afectada todo tipo de estructuras, pero principalmente ductos de agua potable, tuberías de drenaje, viviendas antiguas, pavimentos, guarniciones, ocasionando otras consecuencias, como las económicas.

De acuerdo a datos consultados en el Atlas de Riesgo del Distrito Federal publicado en el año 2007, la zona de estudio colinda y es partícipe de más de siete fallas geológicas, de tipo regional que cruzan de NE- SW, se encuentran enmarcadas por rellenos lacustre y de transición, del lago de Tenochtitlán, sin embargo, a la fecha 2009, no existen evidencias eficientes que demuestren técnica y científicamente que se trate de estructuras geológicas activas, con todo esto es recomendable su exploración y monitoreo, a fin de confirmar o desmentir su actual actividad, ya que de existir dicha actividad o reactivarse en cualquier momento, representaría un peligro constante para la población ahí asentada, por lo que dañaría viviendas, mobiliario urbano y obras de infraestructura en general.

De acuerdo a PCDF, las zonas que concentran fallas geológicas más evidentes es en San Lorenzo Tezonco, que se localiza entre los límites delegacionales de Tláhuac e Iztapalapa, sin embargo, toda la sierra no está ajena a sufrir este tipo de fenómeno geológico y geomorfológico.

### **3.6. Inestabilidad de ladera y taludes**

La Sierra Santa Catarina se encuentra en la porción sur de Iztapalapa y oriente de Tláhuac, y se constituye de ocho estrato volcanes recientes, formados por alternancia de capas de arena, tezontle, bloques de basalto, coladas de basalto empacados en una matriz de grava y tezontle (Lugo, 1991).

Estos materiales cuando la pendiente del terreno excede los 30° de inclinación, resultan inestables y aun más cuando no poseen cubierta vegetal alguna, por lo que una buena parte de estas laderas inciden a más de 30° de inclinación, hay zonas que rebasan los 45° de pendiente, además la mayor parte de la sierra se encuentra en una condición de

estabilidad precaria, por lo que es frecuente observar el deslizamiento de material rocoso (remoción en masa), principalmente de rocas sueltas, esto en los meses de mayor humedad, básicamente en las laderas del Volcán Tecuatzin y Tetecon, con vista a la zona Oriente, también material de fácil acarreo en los meses de mayor sequía (época de estiaje), en la zona de las minas abandonadas, como la mina de San Pablo, adicionándose la presencia de bancos de material en extracción. Como se comentó anteriormente, cuyos cortes de los taludes dejan pendientes mayores a los 75° de inclinación, donde hay altas probabilidades de desprendimiento de rocas en bloque, arena, grava e incluso masa de suelos compactos y sueltos.

Tanto en las laderas de la sierra como en la parte baja de la misma, se encuentran una gran cantidad de asentamientos irregulares como se verá en el capítulo quinto, más de 25 asentamientos que se encuentran en zonas y en condición de alto y mediano riesgo, entre los que destacan predios como el Degollado, San Pedro y San Pablo, Barranca Cerro Azul, Rancho Capulines, Cabras y Niño Jesús, éstos localizados en laderas del Volcán Tecuatzin, pero también existe peligro de desprendimiento (deslave), de rocas y tezontle, en predios como San Pablo, Miravalle, en laderas del Volcán Guadalupe, y uno que corre un riesgo mayor localizado en la parte correspondiente al Estado de México, son las casas asentadas en la ladera del volcán la Caldera, pertenecientes a la colonia Emiliano Zapata.

En lo que corresponde a la delegación Tláhuac, no se encontró viviendas construidas a los 45° de inclinación, no existe peligro en tener esta afectación ya que no existen asentamientos humanos cerca de las laderas que les represente riesgo alguno.

La mayoría de los asentamientos ubicados en las laderas con elevaciones considerables, se encuentran en condiciones de alto riesgo, por lo que las autoridades nos dan el siguiente diagnóstico:

Inestabilidad de laderas y taludes, con probable desprendimiento de rocas, arena, grava e incluso grandes cantidades de arcilla suelta o en bloque podrían caer sobre las viviendas, principalmente las localizadas en las faldas de la sierra, con consecuencias muy graves.

Desplome de viviendas sobre cauces o barrancos, con los consecuentes problemas de inundaciones y riesgo de que sean afectadas por los materiales arrastrados por los escurrimientos fluviales de las partes altas de la sierra.

Desplome de viviendas sobre terrenos mal compactados, como las minas rellenas de suelo y cascajo antropico, que son altamente inestables y deformables.

### **3.7. Presencia de cavidades**

Por la litología descrita en la Sierra Santa Catarina, no existen condiciones para un minado subterráneo, tal como el caso de la Delegación Álvaro Obregón, o en otras zonas donde la litología lo permite, sin embargo, es común encontrar pequeñas cavidades naturales en terrenos basálticos de las laderas de la sierra, donde la mayoría no pasa de ciertos m<sup>3</sup> de diámetro (Lugo, 1991).

Esto indica que naturalmente se formaron, pero existen zonas donde se han llegado a localizar oquedades de origen antrópico, que lo mismo que las naturales no alcanzan ciertos m<sup>3</sup> de diámetro, pero al igual ponen en riesgo las viviendas y habitantes que estén en contacto directo con estas cavidades y sobre todo a la infraestructura que está construida o cimentada sobre estos terrenos, por lo tanto, es recomendable la realización de estudios detallados de prospección de cavidades u oquedades, conjuntamente a los estudios de suelos, mecánica de suelos y otros de carácter preventivo, principalmente en las colonias y zonas aledañas a la sierra, como San Lorenzo Tezonco, Santiago Acahultepec, San Miguel Teotongo, Santa Catarina, Tlaltenco y Santiago Zapotitlán.

### **3.8. Hundimiento de suelos**

Debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, por la explotación de los mantos acuíferos profundos de la zona del antiguo lago de Chalco y Texcoco; están presentándose constantemente agrietamientos de suelos dañados e inutilizando cualquier tipo de vivienda e infraestructura, que van desde tuberías de agua hasta la tubería de drenaje, lo que

ocasiona otro gran problema que es la contaminación de los mantos freáticos por la infiltración del agua contaminada procedente de caños y drenajes.

Los hundimientos afectan aproximadamente a la mitad de las delegaciones correspondientes a la sierra, más de 30% de Tláhuac y 50% territorio de Iztapalapa, esto incide principalmente en los alrededores del Peñón del Marques, Sierra Santa Catarina, Cerro de la estrella y Laderas del Volcán Teutli, entre Tláhuac y Xochimilco; esto de acuerdo a datos recabados en PCDF, en el año 2008.

Existen zonas específicas donde se combina los hundimientos con los deslizamientos y otras donde se presentan en combinación, hundimientos y agrietamientos.

Adicionalmente en los flancos del Peñón del Marques, de la Sierra Santa Catarina se han desplomado viviendas sobre materiales de rezago acumulados en las laderas y en grandes oquedades, producto de la explotación de minas (el caso de la parte norte de la Sierra Santa Catarina), por lo que es común la incidencia de asentamientos diferenciales, hundimientos y agrietamiento en las viviendas, que las ponen en condiciones de alto riesgo, esto pone en evidencia el asentamiento de la colonia Degollados y San Lorenzo Tezonco, donde varias viviendas tuvieron que ser desalojadas y demolidas, ante la severidad de los hundimientos acompañados de grietas (Seduvi-PCDF, 2007).

### **3.9. Actividades antrópicas**

La minería es una de las actividades más lucrativas, que mayor impacto ha tenido en la geomorfología del área, la extracción de los materiales pétreos, expone escarpes desnudos, con frecuencia inestables, dada su localización que coincide con los enclaves más erosivos de la sierra, incrementando su dinámica geomorfológica natural.

En la ladera sureste de la sierra se encuentran las áreas más afectadas por las actividades antropicas, ya que ahí se ubican asentamientos humanos extendidos sobre antiguos terrenos agrícolas, aunque el mayor daño es debido a la compactación del terreno y el recubrimiento del suelo con planchas de asfalto que limitan la infiltración del agua al

subsuelo, provocando escurrimientos superficiales a ambos lados de la sierra, modificando así la morfología de la zona.

## CAPITULO 4

### IMPACTOS AMBIENTALES PRESENTES EN LA SIERRA SANTA CATARINA, EN LA ACTUALIDAD

Las etapas de este procedimiento de investigación de campo y gabinete consistieron en la visita de varias instancias públicas y privadas, para determinar qué tipo de impacto ambiental requiere de estudio previo en la sierra. En otras instancias de carácter no gubernamental (ONG), insisten en conseguir una declaración de impacto ambiental fundada y completa, que incluya un diagnóstico ambiental del área de influencia, análisis de los impactos ambientales del proyecto, análisis de alternativas, medidas mitigatorias, planes de monitoreo, seguridad, contingencias, información, audiencia pública, dictamen técnico y la declaración final incluyente, esto principalmente de instituciones educativas, ONG y grupos ambientalistas locales.

Como ejemplo, de efectos positivos o de regeneración para el medio natural, son las minas de extracción de materiales pétreos al dejar cesar su explotación de yacimientos, deja socavones, los que se pueden transformar en pozos almacenadores de agua o pequeñas represas, realizando un examen previo para conocer el tiempo de recuperación, serán valiosas ecológicamente ya que servirán de centro de almacenamiento de agua para ser utilizadas en épocas de estiaje, esto daría un resultado extraordinario para la Sierra de Santa Catarina por la alta carencia del agua.

Otro ejemplo en México es la introducción en el medio rural del país, en los años 60s y 70s del siglo XX, de combustibles domésticos modernos, tales como el gas LP en cilindros lo que puso en abandono la explotación del carbón (la producción de carbón vegetal a partir de leña), lo que ha dado paso a un crecimiento de regeneración de las masas forestales naturales en diversas zonas del país, allí donde antes se dejaba crecer más que sólo matorral como efecto antrópico y ejemplo claro, la alta deforestación sufrida en las zonas centro y norte de México, este efecto más significativo sufrió la Sierra Nevada del Iztacihuatl- Popocatepetl y como consecuencia más directa la Sierra de Santa Catarina, donde los pobladores de los pueblos cercanos cortaban los árboles para ocuparlos como leña, para sus quehaceres domésticos (Murray, 1986).

## **4.1 Impactos directos**

Normalmente, los daños ambientales debido a la eliminación de desechos sólidos, influyen directamente en la contaminación de la calidad del suelo, de las aguas superficiales, subterráneas y del aire. Resultando impactos adversos de la incorrecta ubicación, diseño inadecuado o mala operación de estos lugares o zonas donde se desechan los diferentes tipos de residuos sólidos. Como claro ejemplo, el agua que se rehúsa de los desechos sólidos, contiene partículas finas y micro organismos que pueden ser filtrados por los poros de las arcillas del suelo al dejarlos correr por ríos o riachuelos superficiales.

El agua como producto final de la descomposición de los desechos orgánicos también contiene sólidos disueltos, capaces de ser atenuados por el suelo mediante mecanismos de precipitación, absorción o intercambio de iones. Bajo condiciones hidrológicas favorables, la filtración contaminada o lixiviación de los desechos sólidos puede pasar a través del suelo no saturado que se halla debajo del depósito y entrar en las aguas subterráneas, realizando una contaminación de todos los cuerpos de agua que encuentre.

El agua superficial puede ser contaminada al recibir el aflujo gaseoso directamente del depósito de desechos sólidos por distintas fuentes de degradación que incluye el humo proveniente de la quema abierta de basura, polvo de efecto de tolvaneras, recolección y descarga al aire libre de gases y químicos, y otros generados por la descomposición de desechos en tiraderos a cielo abierto o relleno sanitario, que al no tener un control estricto sobre ellos, se escapan en forma antes ya mencionada hasta llegar a los distintos cuerpos de agua y contaminarlos.

## **4.2. Identificación de impactos**

La identificación de Impactos y sus probables efectos sobre el ambiente natural pueden estimarse mediante la aplicación de metodologías elaboradas para tal fin, las cuales están encaminadas a predecir los posibles impactos que pudiesen generar en función del tiempo, naturaleza y magnitud del proyecto que se trate, así como de las obras y acciones a desarrollarse para su ejecución.

### **4.3. Antecedentes de impacto ambiental en la Sierra Santa Catarina**

Desde hace más de 30 años se ha presentado un proceso de deterioro ambiental, provocado por la presión urbana, dicha presión se ha traducido en los siguientes factores, que van en detrimento de las condiciones ambientales de la zona, tales como el establecimiento de un gran número de asentamientos humanos irregulares en la periferia y hacia el interior de la zona, el constante cambio del uso de suelo y la eliminación de la cubierta vegetal, reducción de la capacidad de infiltración del agua, erosión hídrica y eólica, establecimiento de basureros a cielo abierto, explotación de canteras, establecimiento de plantas industriales que no son compatibles con el ambiente, así como otras actividades que perjudican a la conservación del medio. (Corena, 2000).

### **4.4. Problemática actual de impacto ambiental en la Sierra Santa Catarina**

La problemática que se genera por la ausencia de áreas de reserva para absorber el crecimiento natural de la población en el Distrito Federal, particularmente en las últimas décadas, ha ocasionado que este crecimiento se manifieste mediante la formación de asentamientos humanos irregulares, cuyo impacto se traduce en la pérdida de recursos naturales de las áreas de conservación ecológica.

En lo particular, en zonas como la Sierra Santa Catarina, se ha resentido la falta de programas y reglamentos aplicables a áreas de reservas urbanas, con criterios apegados en las leyes de ordenamiento ecológico que establecen las coordinaciones interinstitucionales correspondientes dejando que el crecimiento urbano se efectuó de manera espontánea sobre terrenos de bajo costo, pero importantes para el equilibrio ambiental de la cuenca.

Tal será el caso que al no conservarse la zona mediante la realización de acciones compatibles con la conservación de los recursos, se corre el riesgo de perder irremediablemente una área que es importante para la recarga de los manto acuíferos, prevención de tolvaneras y la recreación social de los habitantes.

Las graves alteraciones que ha sufrido el ANP, tienen origen fundamentalmente en el desarrollo de una importante serie de actividades humanas, que son altamente agresivas, por lo que el ataque que reciben los recursos naturales en la zona, se debe establecer ante esto una defensa especial para la protección de la biodiversidad aun existente.

Los siguientes elementos se destacan como cadena de impactos significativos de la sierra, como consecuencia de los mayores a los menores, en cadena de daño ecológico hasta llegar a presentarse como impacto ambiental en la actualidad: Para la delegación Tlahúac, los monocultivos en las zonas agrícolas y rurales de Tlaltenco, Zapotitlán, Santa Catarina Yecahuizotl y Selene, todas estas poblaciones de carácter rural. En Iztapalapa asentamientos irregulares principalmente dirigidos por grupos sociales y movimientos políticos locales.

La extracción de material pétreo, de graba, arena, tezontle y tepetate, lo que ha ocasionado la desaparición de algunos conos volcánicos tales como el Xaltepec y Tetecon.

La reducción en la capacidad de recarga de los mantos acuíferos por impermeabilización y endurecimiento del suelo, es un factor para seguir la cadena de erosión hídrica y eólica en áreas carentes de cobertura vegetal esto se puede observar en la parte oriente de los volcanes Guadalupe y Tecuatzin, hechos principalmente por los visitantes de los conos volcánicos, lo que ha ocasionado que aparezcan pequeños patrones de drenaje artificiales erosionados, que terminaran siendo un impacto final.

El aumento de los niveles de contaminación del suelo, esto principalmente porque la gente inconsciente tira sus desechos domésticos en los barrancos y laderas de la sierra o en su caso depositan sus animales muertos en los parques y represas aumentando la contaminación del subsuelo y principalmente de la capa más superficial de la sierra.

La inadecuada disposición de las aguas domésticas ya utilizadas en los asentamientos irregulares de la sierra, esto se muestra por que los asentamientos al carecer de drenaje o un lugar específico de disposición final de las aguas de las letrinas, lavaderos, limpieza corporal y otros usos, esto se filtra a la capa del subsuelo contaminado de manera importante los mantos acuíferos de la zona.

## CAPÍTULO 5

### PRINCIPALES FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL QUE AFECTAN LA SIERRA SANTA CATARINA

La Sierra Santa Catarina ha estado sometida a diversos procesos de deterioro de sus condiciones ambientales, aproximadamente desde 1980 hasta la fecha (2010), que han dado origen a un impacto ambiental complejo (Corena 2007).

Como ejemplo, podemos mencionar el proceso de desaparición de los conos volcánicos debido a la extracción de materiales pétreos, lo que está modificando paulatinamente las condiciones naturales de la sierra, ocasionando alteraciones en el sistema original del drenaje superficial que se traduce en el azolve de alcantarillas y en el drenajes de las laderas debajo de la sierra, esto se aprecia en épocas de lluvia en las colonias de San Miguel Teotongo, Miravalle, San Pablo, la zona de los parajes y colonias de Santa Cruz Meyehualco, sugiriendo necesario establecer acciones de mitigación que detengan este proceso, que de continuar en el futuro traerá como consecuencia directa el deterioro de la calidad de vida y problemas en la salud de los habitantes de la zona oriente y sur de la ciudad de México (Corena 2007).

Es necesario mencionar que la falta de soluciones viables a esta problemática, afecta ambientalmente a la zona, generando incumplimiento ante los diversos organismos aportantes de recursos y participantes en los proyectos de recuperación ecológica.

No obstante, la solución definitiva para que este proyecto perdure y sea viable, ha quedado fuera del control administrativo de los organismos gubernamentales participantes tales como la Dgcorenader, SMA y otras instituciones, ya que no cuentan con todas las atribuciones legales para intervenir y ejecutar los planes, ante las malas autoridades e instituciones que manipulan las leyes y los reglamentos a su mejor conveniencia, mencionándose, a la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), jueces locales y federales, magistrados federales y congresistas encargados del ambiente, lo que hace que los proyectos queden inconclusos y por tal motivo ponen en riesgo la permanencia de los decretos de conservación y expropiación de las zonas declaradas como Área Natural Protegida.

## 5.1. Extracción de materiales pétreos por la industria minera a cielo abierto

De acuerdo con Ibáñez (1994), en el Distrito Federal existen tres zonas conocidas de donde se extraen minerales no metálicos, con valor comercial inferior a los metálicos y con un tipo de uso primario, por lo que el tipo de material litológico y físico primario los convierte en zonas de suma importancia para la extracción de bancos de material, de primera necesidad para la industria de la construcción, estas zonas son: la Sierra de las Cruces, al poniente de la Ciudad, de mediana extracción, al norte del Distrito Federal situada en los límites con el Estado de México, para mayor ubicación en la delegación Gustavo A. Madero y los Municipios de Ecatepec y Tlalnepantla, de mediana extracción, La Sierra de Guadalupe y la más importante, nuestra zona de estudio, la Sierra Santa Catarina al sur-oriente del Distrito Federal, de alta extracción.

Para Vizcaíno (1975), las actividades mineras producen también ciertos, contaminantes al aire, agua y suelo, además de generar deterioro en las zonas de explotación, todo está condicionado a la forma en cómo se realiza la extracción del material.

¿De qué se constituye el material pétreo? son minerales naturales, adoptados por el hombre para su uso, ya que sirven de base para la elaboración de distintos elementos y componentes de obra civil o arquitectónica, como resultado de evoluciones naturales en la corteza terrestre dentro del ciclo de las rocas: extrusiva, sedimentaria y metamórfica.

Se utiliza en la fabricación de ladrillo, tabiquería en general, construcciones de todo tipo, concreto y derivados, como relleno de azoteas y en cualquier construcción que lleve concreto.

Donde la mayoría de las construcciones de la zona, tanto colonias establecidas como colonias irregulares, Zedec y otros, han sido construidas con materiales extraídos de la misma zona de la sierra, a través de empresas familiares de explotación de bancos de materiales pétreos, algunos con permisos de explotación, otros con estatus de clandestinidad amparados bajo el manto de servidores públicos y autoridades gubernamentales, estos forman casas de materiales o centros de distribución directa a las empresas que requieren de este material, esta explotación ha dado paso al impacto

ecológico más severo en la sierra como es la apertura de minas de arena, graba y tezontle, las cuales son los principales bancos de material para la ciudad y en especial para la zona oriente de la ciudad.

En caso de prevalecer la situación jurídica actual de las explotaciones, se prevé que su aprovechamiento continúe por lo menos otros 30 años más, sin que sea exigible por el momento el establecimiento de medidas que mitiguen el impacto ambiental que esto ocasiona, o una compensación ambiental, ello traerá consigo la eliminación de los grandes conos volcánicos y por consiguiente un desequilibrio ambiental, aun conociendo sus daños inmediatos, así como su magnitud real al medio ambiente local.

Los materiales principales que se extraen son grava, arena y tezontle, en menor medida balastro y gravilla, en nuestra zona de estudio, por información recabada en la Cámara Regional de la Industria Arenera y Derivados (CRIA), se localizan doce compañías mineras con concesión para poder extraer el material y sacar usufructo del mismo.

La problemática que enfrenta se deriva de la falta de aplicación de la normatividad de mitigación de impacto ambiental y de control de la explotación por parte de las autoridades competentes, que en la mayoría de los casos están imposibilitadas por los diversos juicios de amparo que han interpuesto los dueños o explotadores ante cualquier disposición que afecte sus intereses, dando como resultado, que en los últimos cinco años haya quedado sin efecto cualquier acción de los representantes ambientales.

Adicionalmente se tienen detectadas otras actividades que de igual forma afectan a la zona, como son la extracción clandestina de material pétreo, el establecimiento de almacenes clandestinos y el funcionamiento de una planta de asfalto, en un predio inmediato a las minas de la zona, siendo propiedad de uno de los dueños que en la actualidad posee aproximadamente cinco minas de extracción, con capacidad de producción de doscientos carros de volteo al día, de este material, en la tabla 10 se menciona las minas más importantes (CRIA, 2008).

Tabla 10. Minas de mayor importancia, por tamaño en la zona.

Minas en actividad por importancia	Superficie en hectáreas	Situación legal actual
El Volcán Guadalupe.	8.5 ha	Cuenta con licencia de explotación pero apenas inicia su período de explotación.
Xaltepec.	27.72 ha	Cuenta con un convenio de explotación pero desde hace tres años viene trabajando bajo amparo de manera intensiva.
La Estancia	33.01 ha	Cuenta con un convenio de explotación, pero desde hace siete años viene trabajando de manera intensiva.
Arenales Oaxaca.	7.95 ha	Trabaja con base en convenios de explotación.
Las Mesas.	4.28 ha	Cuenta con convenio de explotación, pero a partir de la negación del permiso de explotación en el año 1996, trabaja bajo amparo de manera intensiva.
El Poli	12.54 ha	Desde su inicio ha trabajado bajo amparo.
Minas San Pablo.	Más de 50 ha	Fue una de las mayores minas al oriente de la ciudad, lo cual acabo con la mayor ecología de la zona, en la actualidad esta clausurada por los vecinos, pero cuenta con amparos.

Fuente: Elaboración propia, con datos recolectados en las visitas de campo a las empresas Mineras, datos comparados con archivos de la Corena.

En octubre de 2009 se realizó una visita a la Seduvi y la PAOT para conocer la situación legal actual de las empresas mineras y los convenios de clausura de las empresas explotadoras de material pétreo, que se localizan en la sierra y que cuentan con convenios de explotación expedidos desde 1988, por gobiernos federales y locales a través de usufructo sin valor, no se logró la obtención de datos ya que los servidores públicos indican que es información reservada.

En cuanto a la información obtenida en los boletines de la Corena, ésta indica que con el objeto de llevar a cabo la revisión actualizada de la situación jurídica de las explotaciones, hasta lograr el cierre o clausura definitiva, se ha venido trabajando conjuntamente con los siguientes órganos de gobierno: delegación Tláhuac e Iztapalapa, con sus respectivos departamentos jurídicos y de gobierno, SMA, a través de la Comisión General de Prevención y Control de la Contaminación, Seduvi, PAOT y los diferentes órganos legales y jurídicos ambientales.

Por lo que se refiere a la explotación de materiales pétreos, todos o la mayoría se localiza en el territorio de la delegación Iztapalapa y sus depósitos en la delegación Tláhuac. Y este

tipo de explotaciones de materiales como: graba, arena y tezontle son producto del tiro de las minas más grandes.

Con relación al cierre de la planta de asfalto, éste ha sido solicitado a las instancias federales y locales como Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PFPA) y la PAOT. Buscando la verificación administrativa y física del área, así como el cumplimiento de implementación de las sanciones correspondientes.

Un aspecto interesante, a considerar es la localización de las compañías privadas en la sierra, las principales de ésta se localizan en el volcán Yuhualixqui, donde se asientan entre tres y cinco compañías, esto se identificó en las visitas realizadas en la zona, mientras que en el volcán Tetecon se encuentran localizadas otras tres empresas; en el volcán Xaltepec tres empresas más; en el volcán Tecuatzin dos empresas y en el volcán Guadalupe se localiza una, que en su tiempo fue la más grande de la zona pero ya está en desuso, en la siguiente tabla se detalla las principales empresas dedicadas a la sobre explotación de la industria minera de la sierra.

Tabla 11. Principales empresas de extracción y explotación minera con interés en la Sierra Santa Catarina,

Nombre o Razón Social	Actividad	Dirección	Medio de Contacto
Juan Teofilo Aguilar	Explotación de agregados para la construcción	Calle Latinos, No.174-A, Col. Moderna, Benito Juárez, D.F.	0155-5429-1290
Arenas y Gravas Xaltepec, S.A de C.V	Explotación de minas de arena y gravas	Calle Latinos, No.174-A, Col. Moderna, Benito Juárez, D.F.	0155-5428-4323
Arenera Mexicana S.A de C.V	Explotación de materiales para la construcción	Calle La Alborada, No. 124-10pso, Fraccionamiento parques del Pedregal-14010, Tlalpan, D.F.	0155-5606-1195
Agregados de Chiluca S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Calle La Alborada, No. 124-10pso, Fraccionamiento parques del Pedregal-14010, Tlalpan, D.F.	0155-5606-8920
Gravas del Valle de México S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Calle La Alborada, No. 124-10pso, Fraccionamiento parques del Pedregal-14010, Tlalpan, D.F.	0155-5606-1195
Triturados Loma Ancha S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Calle La Alborada, No. 124-10pso, Fraccionamiento parques del Pedregal-14010, Tlalpan, D.F.	0155-5606-1195
Triturados para Concreto S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Calle Ciencias No. 47, Col. Escandón, 11800, Miguel Hidalgo, DF.	0155-5272-1355
Triturados del Valle de México S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Calle Ciencias No. 47, Col. Escandón, 11800, Miguel Hidalgo, D.F.	0155-5272-1355
Romal Industrial S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Avenida 3, No.134, Col. San Pedro de los Pinos, 03800, Benito Juárez, D.F.	0155-5831-1415
JOVAGA S.A de C.V	Explotación de agregados para la construcción	Avenida del Árbol, No.106, Col. La Noria, 09750, Iztapalapa, D.F.	0155-5428-2594
Triturados Volcánicos del Valle de México S.A de C.V	Producción de agregados para la construcción y conexos	Avenida Adolfo Prieto, No.125-603B, Col. Del Valle, 03100, Benito Juárez, D.F.	0155-5687-7085
María Guadalupe Esqueda Pérez	Producción de agregados para la construcción y conexos	Avenida Apatlaco, N0.303-2B, Col. Apatlaco, 09430, Iztapalapa, D.F.	0155-8590-8845
CEMEX Concreto S.A de C.V	Explotación y agregados pétreos para la construcción y derivados	Avenida Gustavo Baz Prada, No. 4500, Sector Barrientos, 54110, Tlalnepantla, Edomex.	0155-5516-6750
Arenera La Fe S.A de C.V	Explotación y agregados pétreos para la construcción y derivados	Calle de las Praderas, No.139-101, Fraccionamiento Ampliación Insurgentes Cuicuilco, 04539, Coyoacán, D.F.	0155-5606-8121

Fuente: Cámara Regional de la Industria Arenera y Derivados (CRIA), Cámara de Comercio de Iztapalapa, Sr. Juan Teofilo Aguilar. Datos de 2008. Elaboración propia, con datos recolectados en campo y gabinete.

## **5.2. Invasión del Área Natural Protegida y Suelo de Conservación Ecológica, Sierra Santa Catarina por asentamientos irregulares.**

Para Preciado (1999), uno de los principales factores en la ruptura de la fisonomía natural, son los asentamientos irregulares, los cuales invaden Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Conservación, zonas de alto riesgo, zonas de colapso, remoción en masa, agrietamientos y otros, exponiéndose a diversas amenazas ante algún fenómeno de carácter natural.

Como señala Gazca (2001), ante la creciente demanda de la población por la ocupación de suelos, cada vez más pobres, es necesario conservar usos y destinos en plazos para los crecimientos a futuro, el concepto de reserva de suelo a cargo del estado para el bienestar social no corresponde a la tierra que posee, sino que corresponde al patrimonio que debe ponerse a disposición para planear proyectos y programas para la población que ahí habita o que tenga incumbencia alguna.

El crecimiento urbano de la Ciudad de México, se ha presentado con mayor intensidad en la zona sur-oriente del Distrito Federal, entre las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac. Este fenómeno se ha venido presentando por distintas causas y de una manera desmedida, la ocupación de zonas de manera irregular, entre una de las principales causas encontramos, es la migración rural urbana (campo-ciudad) como resultado de la búsqueda de una mejor calidad de vida, por otra parte el consecuente encarecimiento de las zonas de mitigación habitacional, donde ya no existen espacios disponibles para construir un patrimonio a bajo costo, llegándose a difundir como zonas pobres y vulnerables, como claro ejemplo las faldas de la Sierra Santa Catarina, las áreas de las laderas norte y sur poniente, donde la mayoría de sus habitantes son familias que habitan en casas unifamiliares, con un número de habitantes que van de cinco a diez personas por familia-casa; siguiendo una generación de primera, segunda y tercera, de emigrantes provenientes de los estados de Oaxaca, Puebla, Veracruz, Guerrero, Michoacán, Estado de México y Guanajuato, pero principalmente de los estados de la zona sur y sureste del país considerados los más pobres económicamente, sin embargo, esta tendencia ha ido cambiando constantemente, con la llegada de nuevos emigrantes de los estados de Hidalgo y Chiapas (INEGI 2005); (CONAPO 2000).

La población emigrante al no poder acceder a algún crédito hipotecario, o adquirir una vivienda a un costo bajo en el mercado inmobiliario de la gran Ciudad de México, y tampoco tener el poder adquisitivo suficiente para poder comprar una vivienda en suelo urbano regular, recurren a la compra de terrenos en zonas no aptas para viviendas, que son zonas de reserva ecológica o zonas de recarga de los mantos freáticos de la ciudad, en su peor caso a la invasión de suelos comunales, federales o ejidales, como ejemplo tenemos el caso del Reclusorio Oriente, y de Panteón Civil, entre otros. En consecuencia se favorece la formación de asentamientos irregulares, los cuales presentan grandes carencias en cuanto a la calidad de vida de la población que ahí habita, lo que hace más propenso a comprar y adquirir en zonas de alto riesgo, como son las laderas de la Sierra Santa Catarina.

En la actualidad en la gran urbe de la Ciudad de México, se han llegado a contemplar y contabilizar más de 850 zonas irregulares, de las cuales corresponde a más de 90 en la Sierra Santa Catarina, lo que nos representa el 12.01% del total de invasiones en el Distrito Federal (SMA 2005); (PAOT 2007).

Estos son los principales factores causados por las constantes emigraciones, mancha urbana a la zona suburbana y consecuente con la zona rural, con lo que se refiere a construcción de viviendas. Donde la mancha urbana se come a la zona rural de la Ciudad de México, siguiendo una cadena de crecimiento urbano.

La Sierra Santa Catarina siendo sobre explotada de una manera excesiva e intensiva, donde no sólo se incluyen a las zonas de ANP, también a las zonas de alto riesgo, que son las áreas más accidentadas topográficamente, entre las cuales están la Barranca de Guadalupe y las laderas oriente y norte de los volcanes que sufren graves fallas geológicas y de inestabilidad de sus laderas, por lo que son suelos poco factibles para el desarrollo urbano, notándose que la necesidad de vivienda es mayor, por lo que ha obligado a la gente a asentarse en esta zona de gran vulnerabilidad y riesgo para su seguridad.

Los asentamientos irregulares en proceso de reubicación en toda la sierra según datos de la Corena-Seduvi, abarcan aproximadamente 8.45 hectáreas, y están localizados principalmente en el Pedregal de Miravalle y Coapiaxco, los cuales representan más del 25% de las invasiones de Áreas Naturales de la Sierra Santa Catarina, en conjunto.

Los asentamientos de alto riesgo en toda la sierra, principalmente en la zona oriente representa aproximadamente ocho hectáreas y nos da una población de 1 500 familias, esto se localiza entre las minas de Miravalle, siguiendo una franja de diez colonias, hasta el predio Degollados y San José Buenavista, en la parte correspondiente al volcán Tetecon.

La ocupación de asentamientos irregulares fuera de programas parciales, de reubicación, consolidación, son los siguientes: 46.54 hectáreas, registrando una población de 8.960 habitantes (INEGI, 2005), 32 de los asentamientos irregulares que conforman esta superficie, siete están en proceso de consolidación ante distintos órganos de gobierno para ser reconocidos como colonias regularizadas, entre las cuales están las colonias de Paraje Potrero, Lomas del Paraíso, Pablo V, Predios de las Cabras y Tres Cruces, entre otros. De estos asentamientos ocho están en propiedad del Gobierno del Distrito Federal, nueve en propiedad privada y el resto a cargo de Seduvi y la Corena, donde no se especifica su categoría (Seduvi 2007); (INEGI 2005).

Por lo que respecta a la zona de Tláhuac, la gran mayoría de los asentamientos irregulares son de carácter familiar y habitados en suelos de propiedad comunal y ejidal, donde el gobierno sólo tiene derecho a modificar el cambio de uso de suelo, siempre y cuando no se lleguen a localizar en zonas del ANP, de la Sierra Santa Catarina, estos asentamientos se encuentran en las colonias Santiago Zapotitlán, en línea recta al Pueblo de Santa Catarina Yecahuitzolt, pasando por los límites urbanos de San Francisco Tlaltenco, Delegación Tláhuac (2007); Seduvi (2007), como se explica en la tabla 12 y 13.

Tabla 12. Principales predios irregulares establecidos en Áreas Naturales Protegidas

Principales predios irregulares establecidos en áreas naturales protegidas			
No.	Nombre del Predio	No.	Nombre del Predio
1	Santa Catarina Loma Larga	9	Tezonchichilco
2	Lomas del Pedregal	10	San Rafael Xaltepec
3	San Pablo V	11	Zacatepec
4	Lomas del Paraíso	12	Las Cruces
5	La Higuera	13	La Nopalera
6	Coronillas/ Huecampol	14	Yualixqui
7	Predio Degollado	15	Coapiaxco
8	Maravillas	16	La Lomita

Fuente: Asentamientos irregulares, Delegación Iztapalapa. GDF (2006) SMA-CORENA (2008).

Elaboración propia, con datos recolectados

Tabla 13. Predios irregulares detectados en zonas de alto riesgo

Predios Irregulares detectados en zonas de alto riesgo			
No.	Nombre del Predio	Clasificación	
1	San Pablito	Zona de alto riesgo por derrumbe	
2	Barrancas de Guadalupe	Zona de alto riesgo por derrumbe	
3	Socavón	Zona de alto riesgo por colapso-hundimiento	
4	La Joya	Zona de alto riesgo por lluvias	
5	Ampliación Coronado	Alto riesgo (rocas)	
6	El Mirador	Alto riesgo colapso (rocas)	
7	Las Antenas	Zona de riesgo por agrietamiento	
8	Palmillas	Zona de riesgo por incendios forestales	
9	Ampliación Paraíso	Zona de alto riesgo por colapso ( rocas)	

Fuente: Asentamientos irregulares, Delegación Iztapalapa, GDF 2008. Elaboración propia, con datos recolectados

Actualmente se encuentran establecidos varios grupos invasores, los ejidales, políticos y organizaciones de paracaidistas familiares, en Suelo de Conservación y Área Natural Protegida, en las delegaciones Tláhuac e Iztapalapa, principalmente, en la tabla 14 se explica su situación actual.

Tabla 14. Situación para invasiones y hectáreas afectadas.

Situación Actual	Superficie Ocupada
Ilegalmente	Más de 80 ha
Con amparos definitivos	Más de 5 ha
Suelo de conservación	
Ilegalmente	Más de 8 ha
Zona Ejidal	Más de 15 ha

Fuente: Corena, elaboración propia.

Para dichos asentamientos, los convenios de desalojo se encuentran impedidos en algunos casos debido a los recursos de amparo interpuestos en contra de dicha medida, adicionalmente se debe resaltar que como resultado de las modificaciones al Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, desde 1997 a la Corena le fueron retiradas las atribuciones necesarias para aplicar los reglamentos de construcción y de zonificación, donde se puede sancionar los usos del suelo, eventualmente promover y realizar desalojos, demoliciones y clausuras, las cuales se les confinó a las delegaciones políticas para darle tales efectos.

El incremento de la ocupación y las construcciones ilegales, se deben principalmente a la falta de aplicación de medidas regulatorias por parte de la autoridad competente, ya que del año 1997 de la declamatoria hasta el 2008 el área de invasiones o construcciones clandestinas ha aumentado considerablemente.

Actualmente se aprecia que ante la falta expectativa de acceder posteriormente a la regularización de la tenencia de la tierra, la construcción de vivienda se lleva a cabo desde su inicio con materiales de tipo semipermanente, con material de lámina de cartón y tabiques sobrepuestos.

En la delegación Tláhuac, correspondiente a la zona del Volcán Guadalupe, se han detectado más de diez zonas de predios o parajes irregulares: entre los más destacados están el rancho los Pollitos, La Antena, las Calabazas, La Poblana, Zona Ejidal de Santa Catarina, Los Zapotes, Tequesquipa, que son la parte más oriente de la delegación. Esta zona abarca aproximadamente más de 25 hectáreas, que representan el 40% del total de invasiones de la Sierra Santa Catarina.

En la zona de la delegación Iztapalapa que corresponde a la sierra, se encuentran localizados aproximadamente 25 asentamientos irregulares 22 están en el Área Natural Protegida y el resto en zona urbana, lo que representa 60%. En informes de las delegaciones correspondientes en Tláhuac, sólo cinco zonas están consideradas de alto riesgo para sus moradores, mientras que para Iztapalapa es del orden de doce en alto riesgo y el resto de medio riesgo o prevenibles, de las cuales ocho están dentro de la ANP, Sierra Santa Catarina y el resto en los “cinturones de retención”.

Este tipo de asentamientos son los que las jurisdicciones delegacionales mantienen en resguardo para evitar la proliferación en la Zedec, este fenómeno es factor de suma importancia para determinar el cambio de uso de suelo. Hay que considerar que el uso actual de los suelos rurales es un factor importante para determinar la problemática urbana de impacto ambiental, esto es producto de la gran segregación social que existe dentro de una urbe como la ciudad de México.

Uno de los factores principales en invasión organizada directa es la influencia de los partidos políticos, entre ellos se menciona al Partido Revolucionario Institucional (PRI), Partido de la Revolución Democrática (PRD) y Partido del Trabajo (PT), que tienen presencia en la sierra y otras zonas de la ciudad, ayudando y protegiendo a grupos invasores y movimientos populares, entre ellos al Movimiento Proletario Independiente(MPI-I), el Frente Popular Francisco Villa (FPFV), a la Unión Popular Revolucionario Emiliano Zapata (UPREZ) y a Antorcha Campesina Nacional (ACN), entre otros, a cambio de votos políticos, que han generado grandes invasiones en esta parte de la ciudad, como ejemplo de ello las colonias, Miravalle, San Miguel Teotongo, Los Parajes, Campestre Potrero, Los Predios del Frente Francisco Villa, los Tenorios y la colonia Xalpa, así como colonias de la parte norte de San Lorenzo Tezonco, como ejemplo claro de invasiones organizadas; otro proceso es la compra y venta ilegal de terrenos a bajo costo, en zonas de carácter ejidal o comunal, ocasionando la expansión territorial de los asentamientos irregulares, en los cinturones de retención de la sierra, dando paso a múltiples problemas.

Por datos obtenidos durante los recorridos de campo, se pudo apreciar que han sido denunciados todos los asentamientos irregulares, unos ante la delegación correspondiente

y otros ante el ministerio público, con excepción de los seis asentamientos que cuentan con bases de concertación establecidas por la administración anterior de la ciudad y de los proyectos que entraron en la traza urbana de modificación de uso de suelo, entre ellos Lomas del Paraíso, Campo Chivas y Predio Degollados, entre otros (datos recolectados en 2008, trabajo de campo).

Cabe mencionar que las bases de concertación son el instrumento político que se utiliza hasta antes de la emisión de la declaratoria del Área Natural Protegida con el objeto de detener el crecimiento de los asentamientos irregulares, que se encontraban dentro de la zona, los cuales no conllevan a la consolidación de los asentamientos irregulares sino la atención a los mismos, a cambio de que no crezcan en el área.

Así mismo se han creado los comités de asentamientos humanos irregulares en suelo de conservación, de las delegaciones Tláhuac e Iztapalapa, que tienen como misión en resolver la problemática de las invasiones, lo cual, hasta la fecha, se menciona en el proyecto Sierra Santa Catarina, que se han enviado constantemente oficios a los distintos órganos de gobierno delegacional y distrital para que no se les otorgue la introducción de servicios a los asentamientos irregulares, tanto en la delegación Tláhuac como en Iztapalapa, así, se han implementado procedimientos de recuperación administrativa de los terrenos del Área Natural Protegida de la sierra invadida por asentamientos clandestinos e irregulares.

La SMA, a través de la Corenader, trabaja en la incorporación de la sociedad al proyecto a través de la concertación de la población y grupos sociales como las ONG's, acerca de la importancia ambiental de la Sierra Santa Catarina, para que desistan en invadir este gran pulmón ecológico.

#### 5.2.1 Invasión de predios por ejidatarios y pequeños propietarios

La consumación de la expropiación de propiedad privada, principalmente en Tláhuac, se ha visto condicionada por la resistencia de los pequeños propietarios involucrados, alentada por líderes de diversas organizaciones sociales, políticas y civiles, que ven sus

intereses afectados en la zona, por lo que persiguen la revocación del decreto expropiatorio para poder hacer el cambio de uso de suelo.

Respecto al pago de indemnización, a la fecha se tiene conocimiento que la Cámara Legislativa prevé que el gobierno les pague un precio razonable por metro cuadrado de terreno, desconociendo si hasta la fecha se haya llevado algún pago a los ejidatarios y pequeños propietarios, por lo cual las comisiones integrantes se ven en la nula posibilidad de realizar algún trabajo en predios de los pequeños propietarios, gracias a un convenio que se firmo en el año 1997, de no efectuar obras sin previa concertación con ambas partes de ejidatarios y comisión reguladora, que es la SMA , a través de la Dgcorenader.

Esta situación repercute negativamente en las obras de delimitación, programadas por las comisiones participantes y el proyecto Sierra Santa Catarina, por lo cual no podrán aplicarse y ejecutarse en su totalidad, en tanto no exista una definición en cuanto a la solución de esta problemática, dada la imposibilidad de modificar arbitrariamente el trazo de las poligonales de Área Natural Protegida, salvando los asentamientos originados antes de la modificación de las leyes.

### **5.3 Relleno de minas abandonadas de cascajo, escombros y basura doméstica.**

Para Rhotman (1987), es una función del modo de producción de nuestra sociedad, la forma históricamente condicionada en que las sociedades procuran los requisitos vitales, en donde la contaminación es un problema económico y social que adopta la apariencia de un problema técnico.

De acuerdo con Clark (1984), la evaluación de impacto ambiental dedicado a conocer las características de impacto por desechos sólidos es muy complejo, ya que se debe identificar y predecir los efectos de una determinada acción, en el medio Biogeofísico, Bienestar Humano y Salud, así como evaluar e interpretar los efectos inmediatos sobre el ambiente, como ventajas y desventajas.

De acuerdo con Díaz (2007), el seguimiento de los programas de monitoreo de impactos ambientales por desechos sólidos, entendiéndose basura en todas sus modalidades, es nulo,

en el Distrito Federal, ya que los recursos que están destinados a este rubro se utilizan para cubrir otros programas más llamativos para las autoridades o gobiernos competentes que deberían aplicar estos programas.

El problema del deterioro ambiental, no es exclusivo de zonas pobres o ricas, o del crecimiento medio, sino que se da por escala de mayor a menor, en todas las economías del mundo, debido a esto, México y en especial el Distrito Federal con sus 16 delegaciones, como el caso de las dos que comparten límites territoriales en la SSC, Tláhuac e Iztapalapa, han desarrollado leyes y reglamentos para controlar los efectos naturales y sociales de este problema, como por los programas con lineamientos de las dependencias ambientales locales y federales; aplicándolos de acuerdo con sus necesidades, además de crear organismos específicos dedicados al cuidado y mejoramiento del ambiente.

Estas leyes, reglamentos y acciones que se redactan resultan un tanto ambiguos, ya que han resultado ineficaces ante la incultura de los ciudadanos, por lo que el deterioro ambiental avanza de una u otra manera aceleradamente, dando como resultado más directo la disposición de basura y cascajo, como desecho sólido final, en suelo no apto para ello, haciendo que el impacto final sea sobre el medio natural, con consecuencias fatales, donde el siguiente efecto al medio social es el deterioro de la calidad ambiental, que repercute inmediatamente en la salud de las personas.

Los residuos sólidos, como se explica en este capítulo, provocan dos tipos de impacto ambiental: natural y social, los cuales se describen a continuación.

- Natural: alteran el equilibrio ecológico de los suelos, donde su contaminación trasciende de los rellenos sanitarios clandestinos y basureros a las aguas subterráneas y los cuerpos de aguas más cercanos.
- Social: desde el punto de vista social, causa deterioro estético y representa focos de propagación de enfermedades infecciosas. En consecuencia se deben buscar medidas de control que eviten total o parcialmente estos efectos negativos.

En la actualidad, la técnica que se utiliza para la disposición final de la basura en la Sierra de Santa Catarina, es el método de enterrar en las minas y socavones ya explotados, los cuales no pueden ser utilizados realmente como rellenos sanitarios, ya que por lo observado en la visita de campo no existe una impermeabilización previa del terreno, ni el adecuado control y captación de lixiviados que esto produce, menos de biogases que de esto emanan, por la descomposición física de la basura enterrada

Estos sitios de acumulación, captación de basura y material proveniente de la industria de la construcción principalmente, presentan para la sierra grandes problemas de contaminación que afectan no solo el suelo, sino también el aire y agua como primer factor de contaminación más directa.

En el suelo de la sierra especialmente en la parte norte de la misma, se observa la desaparición inmediata de la capa vegetal, por la acumulación de capas de basura, de diversa índole, con diferentes tipos de depositación de diversos grados de descomposición e incluso por los senderos de los parajes de la zona de la Represa, Camino a Tlaltenco, Las Antenas, Camino a las Minas, se observa material no degradable, produciendo fuerte erosión de la zona misma.

Sin embargo, en la zona que corresponde a la parte oriente de la barranca de Guadalupe y la barranca de San Pablo, se localiza uno de los tiraderos clandestinos, que en últimas fechas ha sido clausurado por las autoridades ambientales. Este tiradero abarca una extensión de más de una hectárea de terreno, con una profundidad de cincuenta metros, al igual que la zona norte de la sierra, fue una zona de explotación de minas de arena y grava.

Los depósitos de basura, en todas sus modalidades, llámense, escombro, cascajo y basura doméstica en minas abandonadas de la Sierra Santa Catarina han comenzado alterar el orden ecológico y social, dañando la calidad del suelo, agua y aire, además de deteriorar la estética del paisaje y de exterminar la biota existente en la sierra, como ya se mencionó en páginas anteriores, además de dañar la salud de los habitantes en los cinturones de retención de las ANP y suelos de conservación.

Los principales agentes causales de impacto ambiental, en materia de relleno sanitario clandestino y tiradero de basura son el biogás, lixiviados, malos olores, fauna nociva y microorganismos patógenos e incendios de tipo antrópico.

La acumulación de basura constituye hoy en día, un problema severo para la sierra, en especial en zonas consideradas ANP y suelos de conservación, por el aumento creciente de desechos encontrados en sus laderas y barrancas.

Claramente se percibe que la basura esparcida por los caminos y los desechos en las minas abandonadas, que se descargan de manera ilegal, son potencialmente peligrosos, como se dijo anteriormente tanto para la ecología como para sus habitantes, ya que son desechos que contienen restos de animales muertos, residuos de mercados públicos y algunos materiales industriales como llantas, restos de vehículos y plástico, así como de concreto demolido de viviendas en construcción o restauración.

Los problemas más evidentes de las zonas donde se localizan estos tiraderos clandestinos, es la calidad del aire, que emana de los desechos sólidos, ahí encontrados, los olores putrefactos por la degradación de los materiales y la descomposición de la basura doméstica que libera gases volátiles y potencialmente dañinos a la salud de las personas que transitan por la zona.

El olor típicamente putrefacto que emite el sulfuro de hidrógeno y los demás gases creados por la degradación anaeróbica de los desechos, en estos tiraderos a cielo abierto puede llegar a ser insoportable y peligroso, ya que se ha llegado a observar que con ayuda de corrientes de aire son transportados a distancias lejanas, donde inclusive se transportan organismos patógenos que dañan la salud de las personas que habitan en los cinturones de retención, entre el ANP y la mancha urbana.

### **5.3.1 Tiradero a cielo abierto**

Los desperdicios que encontramos en estos lugares, constituyen una mezcla de cosas que nunca se debieron arrojar en el mismo lugar que, misma que una vez que se encuentra cubierta de tierra o por otros desechos comienza a reaccionar; la materia orgánica empieza

a podrirse, y a producir gases inflamables y dañinos, por lo que es sumamente dañino y peligroso para los habitantes cercanos al foco contaminante, además de que muchos tiraderos al aire libre se ubican en zonas de minas y barrancos, por lo que es mayor la contaminación hacia los mantos acuíferos.

Donde la basura se acumula se presentan muchas dificultades en los alrededores de los basureros, como la proliferación de insectos y roedores, que se encuentran en casa y comida, además representan peligro para la salud, ya que en ellos se vierten patógenos provenientes de hospitales, como de los rastros clandestinos.

Los malos olores son uno de los problemas constantes en los basureros. Esto se debe a que la fermentación de los desechos sólidos se desarrolla en forma descontrolada y lenta, lo cual provoca la formación de compuestos malolientes, que pueden percibirse a cientos de kilómetros de distancia.

Los tiraderos al aire libre, son una fuente de contaminación del aire, no sólo por las partículas que transporta el viento, sino porque en estos sitios con frecuencia suelen producirse incendios, debido a que los desechos en descomposición se elevan a temperaturas que superan los 35°C, por lo que al incendiarse producen otro efecto de impacto ambiental, tal como la contaminación atmosférica por el humo que se produce, otro de los grandes problemas que producen los incendios, es que muchos insectos, tales como plagas y roedores se desplazan, debido al fuego hacia las zonas aledañas, lo que representa un gran riesgo para la población.

Además los tiraderos son peligrosos para el agua y el aire, por lo que el terreno que se utiliza como basurero queda prácticamente inservible, debido que al depositar la basura se destruye la capa vegetal original que lo cubría y le daba un paisaje distinto; el suelo se erosiona y se crea el polvo suelto que se satura de microorganismos y partículas nocivas después, el viento hace que se formen tolvánicas en estos sitios y que se trasladen posteriormente de un lugar a otro afectando a la población.

En repetidas ocasiones se ha intentado reforestar la Sierra Santa Catarina, y dar utilidad a esta zona y a los terrenos que la rodean, pero el problema que se origina es que al estar

tan deteriorado el suelo, es muy difícil que vuelva ser fértil para una buena reforestación y recuperación.

Los tiraderos a cielo abierto en la Sierra Santa Catarina, han sido una forma tradicional, en la que vecinos que transitan por sus laderas y caminos rurales, al andar depositan sus bolsas de basura, haciendo esto una especie de isla de basura en la sierra con desechos principalmente domésticos.

En la sierra se han localizado muchos de estos tiraderos clandestinos, entre las zonas que podemos mencionar se encuentran las Vías en Santa Catarina, los predios en Miravalle, la calle de Maravillas entre Miravalle y San Miguel Teotongo, Barrancas de San Pablo y Lomas del Paraíso, Campo Chivas, Tres Cruces, las zonas de las minas del Poli, y Tetecon, toda la zona de las Torres y las Antenas, San José Buena Vista y Zapotitla en Tláhuac, Tlaltenco y Zona Ejidal, la Marranera y Regional Tres, por cálculos en los recorridos de campo, que se pueden llegar a medir, juntando todas estas islas de basura, una superficie de más de dos hectáreas y con un volumen de más de 100 toneladas, exceptuando el tiradero de cascajo que se realiza por los caminos vecinales.

### 5.3.2 Efectos inmediatos

De acuerdo con trabajadores consultados de la DGCOH (2008), los cuales indican que existen pozos perforados en la zona oriente de la delegación Iztapalapa, especialmente en las zonas territoriales de Santa Martha Acatitla y Santa Catarina, donde el agua presenta un nivel medio de contaminación por lixiviados de aproximadamente de una a 100 micras por cada 100 litros de agua, resultado de la descomposición de los desechos de basura acumulada en las zonas de recarga, y por la acción del agua de lluvia, que atravesando las capas de sólidos acumulados lleva en solución y suspensión, gran cantidad de materia orgánica, principalmente componentes de material fecal.

De acuerdo con Martínez (1985), además de algunos microorganismos patógenos encontrados en muestras reportadas en 1990, por estudios descentralizados del antiguo Departamento del Distrito Federal y confirmados por estudios más detallados de Leal y

Larralde (1990), algunas muestras de la zona de la sierra contienen material de alcano, que es dañino para la salud humana, si se llega a consumir en cantidades altas.

La producción de lixiviados para zonas de clima BS, como la Sierra Santa Catarina, con una precipitación pluvial menor de 500 mm. anuales y con zonas de rellenos sanitarios que rebasan más de 40 hectáreas, es de aproximadamente 120, 000 m<sup>3</sup>/año, de acuerdo a Liptak (1974), quedando libres y sin ningún tratamiento previo, sólo el que la naturaleza pueda darle, dependiendo el lugar donde se esté llevando este proceso (López, 1989).

La lixiviación transporta la contaminación de la superficie terrestre hacia los mantos freáticos, que son los principales cuerpos abastecedores de agua potable de la ciudad de México, pues son los pozos que sirven de abastecedores de agua potable para consumo humano.

Por estudios que realizó Galván (1986), relativo al sustrato del relleno sanitario de Santa Cruz Meyehualco, se encontró en una forma muy variable el parámetro de contenido de material pesado, en zonas donde se localiza material sólido similar al encontrado en los rellenos clandestinos de Santa Catarina, como son las zonas de Barranca San Pablo, Campo Chivas, Las Antenas y las Vías, ya que son zonas donde, como el estudio de Galván (1986), consisten en materiales pesados como plomo, zinc, producto de la descomposición y degradación de desechos industriales que son depositados en la zona, dando como resultado, el rebase de los límites permisibles de contaminación con materiales pesados.

Con base en algunos datos que aquí se discuten sobre el impacto ambiental, que causan las zonas de acumulación de desechos sólidos en el ambiente general, y por las razones que se explican se puede afirmar que estos son una fuente de contaminación importante e imperante.

#### **5.4. Incendios forestales en época de estiaje**

Inicialmente para la investigación del impacto ambiental por incendios forestales en la Sierra Santa Catarina se realizó una revisión bibliográfica de los daños ocasionados en el

valle de México, especialmente lo referente a la zona de estudio, donde se identificaron las principales características particulares del fenómeno, como son las causas y efectos de la misma, se consideraron todos los incendios relacionados con la sierra, desde el año 1994 hasta la fecha 2010, que el Proyecto Sierra Santa Catarina tiene injerencia en la misma, obteniéndose de nuestra área de estudio, frecuencia, causas que la originan, temporalidad del fenómeno, superficie y vegetación afectada anualmente, se hizo un recopilación desde el año 1994 a 2010 sobre incendios ocurridos en la Sierra Santa Catarina, en la Corena, Protección Civil Iztapalapa, Protección Civil Tláhuac, en el Heroico Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de México y con vecinos que viven en los cinturones de retención de la sierra.

La Corena nos proporciono información valiosa, principalmente referida al Proyecto Sierra Santa Catarina y la Regional 3, que son las dos unidades que tienen injerencia en la sierra, las cuales cuentan con personal adscrito en la sierra (cuadrillas de incendios forestales), de los años 1995 a 2007, información recopilada en campo por las cuadrillas durante la época de estiaje, información que incluye: cuadrante, delegación, paraje, superficie afectada (hectáreas, metros), número de incendios en el paraje o cuadrante, tipo de vegetación afectada, fecha, hora, nombre de la cuadrilla combatiente, número de oficiales al mando, acciones del personal de apoyo, salida de la base de apoyo de cuadrillas, hora de llegada a zona de incendio, hora de control de incendios, extinción del incendio, duración del evento, jefe de incendios, estado del tiempo y causas del incendio.

En los documentales se obtuvo información de las acciones de prevención que se han llevado a cabo en la Sierra Santa Catarina, brechas corta fuego, caminos de acceso para unidades de emergencia, curvas del nivel de elevación, traza urbana, frecuencia de incendios y ubicación de cuadrillas.

Los tipos de incendios forestales de acuerdo con Rodríguez (1996), son tres: a) Subterráneo b) Superficial y c) De copa. Con tres tipos de intensidades: a) Bajo b) Moderado c) Alto.

Dentro del primer tipo de incendio forestal, el subterráneo, se queman los mantillos y las raíces, se quema bajo la superficie del suelo; no presenta llamas y tiene las características de eliminar todo tipo de plantas que poseen raíces subterráneas, adquieren alta temperatura y necesitan alta combustión, este tipo de incendios es muy peligroso, ya que

en la mayor parte aparece como controlable, pero por medio de las raíces de las plantas y arbustos sigue como vector de incendio, ya que por medio de éste alcanza otras raíces sin poder ser controlado en ocasiones.

Los incendios forestales de superficie, son unos de los más comunes en nuestro país, especialmente en el valle de México, donde se inicia con un punto de combustible o vector de inicio, como pequeña fogata hasta un incendio forestal de gran magnitud, dependiendo del material combustible y la topografía del terreno, que por lo regular se localizan en la parte superficial del terreno, como hojarasca, troncos, arbustos, acahuales y árboles jóvenes.

Los incendios forestales de copa, consumen por completo los árboles, prologándose de copa en copa, en donde el combate es de mucho peligro, ya que por la altura de los árboles o arbustos es imposible que el combate tradicional se lleva a cabo, solamente un combate aéreo con planes especiales puede traer cierto nivel de éxito. Este tipo de incendios son poco frecuentes en la cuenca de México y nulo en la Sierra Santa Catarina.

Por otras consultas Pritchett (1986), agrupa a los incendios forestales en a) Naturales, b) Planeados y c) Prescritos.

- A) Los incendios naturales pueden ser destructivos en la cubierta vegetal y el ambiente, debido a que arden lo suficiente, para exterminar en su mayor parte o totalidad la vegetación que cubre la superficie terrestre.
- B) Los incendios planeados, son utilizados o iniciados con el fin de generar un cambio de uso de suelo, principalmente para generar un proceso agrícola-ganadero.
- C) Los incendios prescritos, son necesarios debido a que son usados con un fin, como es el manejo de un ecosistema natural, como para reducir material combustible en zonas susceptibles a incendios forestales, eliminar plagas en zonas afectadas, controlar la existencia de otras plantas (plagas o mala hierba), que afectan de manera directa o indirecta la vegetación que se quiere conservar.

Los niveles de intensidad de los incendios forestales, de acuerdo con Rodríguez (1996), son los siguientes:

A) Bajo. La materia orgánica se quema por incendio superficial, alcanza temperaturas de hasta 250° c, eliminando fauna o raíces de plantas a una profundidad de 3 cm.

B) Moderado. La materia orgánica se quema en el horizonte superficial, donde la estructura del suelo no se ve afectada seriamente, donde la cubierta vegetal se puede regenerar en poco tiempo, dependiendo el tipo de material consumido.

C) Alto. La materia orgánica consumida se reduce a cenizas, el color y la estructura del suelo se ven en ocasiones seriamente dañados, pueden alcanzar temperaturas de más de 700° c, este tipo de intensidad es capaz de dañar a una profundidad de más de 10 cm.

Las temperaturas e intensidades aquí descritas se establecieron de acuerdo con consulta realizada al Departamento de Incendios Forestales de la Corena/SMADF, en sus compendios clasificados sobre incendios ocurridos en la sierra de Chichinautzin, de Guadalupe, Santa Catarina, las Cruces y Regional 3 y 4 de la Dgcorenader.

Conociendo que los incendios forestales tienen frecuencia, intensidad y un patrón relativo de quemado, para la propagación de un incendio, la parte fundamental en su desarrollo son: las condiciones meteorológicas, los materiales combustibles y la geografía del lugar, Rodríguez (1996) y Corena (2007).

De acuerdo con tipo de comportamiento de los incendios forestales, se establecerá el plan de acción mediante un combate de un incendio iniciado, por lo que se trazan estrategias de trabajo para la extinción de cada incendio localizado.

Los incendios forestales en la sierra son un fenómeno de impacto ambiental moderado, ya que consultando a diversas instancias de orden ambiental, éstas manifiestan que los incendios que afectan a las distintas zonas rurales del Distrito Federal, pero principalmente a la Sierra de Santa Catarina, se deben a dos principales factores, tal como lo describe Pritchett (1996), los del ámbito planeado y los del ámbito prescrito.

Los planeados, por personas que al recorrer los senderos de la sierra en acto de diversión o vandalismo, realizan fogatas sin mirar las consecuencias que ello conrae, como es la

quema de la cubierta vegetal, la pérdida de fauna nativa que al llegar a ellos el calor del incendio los extermina sin darles tiempo a escapar de sus madrigueras, nos referimos a conejos, coyotes, gatos, serpientes, lagartijas, camaleones, diversos tipos de aves nativas y algunas aves domésticas abandonadas en las zonas urbanas, esto además de la contaminación ambiental que provoca hacia la ciudad, esto favorece al calentamiento global, también al realizarse este tipo de actos, se provoca que el esfuerzo que año con año realizan las instancias ambientales sea en vano, ya que las plantas y arbustos de reforestación son reportados como pérdida por el incendio, lo que ocasiona la triplicación de gastos en estos rubros por el gobierno de la Ciudad de México.

En lo que se refiere a grandes daños, no es percibido por las instancias ambientales, como graves, ya que esta sierra, no cuenta con grandes zonas boscosas de gran valor, ecológico, como lo puede ser la Sierra de las Cruces o la Sierra de Chichinautzin, pero es de suma importancia, para conservar el pulmón verde de la ciudad, aunque por la vegetación existente, algunas instituciones federales como Semarnat, no lo tienen catalogado como de valor ambiental alto, sino de ambiental bajo, por ser vegetación de acahual o ruderal medio.

El otro tipo de incendio que se da muy a menudo en la zonas de cultivo de la sierra, son los prescritos (diseñados con un plan de quema controlada), realizados principalmente por las instancias correspondientes como la Corena-SSC-Regional 3 y el Departamento de Desarrollo Rural de la delegación Tláhuac para abrir brechas corta fuego, líneas negras, realizar quemas controladas en zonas propensas a registrar incendios forestales, todo esto con planes trazados cada temporada de estiaje, de acuerdo a planes de la Corena/SMA/PC, siempre con personal de las cuadrillas de las regionales y de la Sierra Santa Catarina.

La otras acciones de quema prescrita las realizan los ejidatarios de los pueblos vecinos de la sierra, tales como Santiago Zapotitlán, San Francisco Tlaltenco, Santa Catarina Yecahuizotl, que año con año antes de que inicie el período de siembra limpian sus parcelas para poder sembrar, contando con el apoyo de personal de cuadrillas de la Sierra de Santa Catarina o de la Regional 3, pero en algunos casos no piden el apoyo respectivo quedando desprotegidos, por lo que en muchas ocasiones se les sale de control, el incendio prescrito y se convierte en incendio forestal provocado, por lo que las instancias

correspondientes, basándose en los reglamentos ambientales vigentes pueden aplicar acciones legales en contra de estos ejidatarios que realizaron las acciones sin contar con permiso de las instituciones antes mencionadas.

Informes obtenidos en la delegación Tláhuac, tienen el registro de más de 200 ejidatarios y pequeños propietarios, que realizan labores de siembra en la Sierra Santa Catarina, además de que son propietarios que tienen alta injerencia en la sierra, uno de los grandes propietarios de nombre Teófilo Aguilar, quien por cálculos redactados por personal de la delegación Tláhuac, cuenta con aproximadamente más de 1 000 ha. de terrenos ejidales en la Sierra de Santa Catarina.

Durante los últimos ocho años registrados de incendios forestales (2000–2008), se han presentado un total de 350 incendios forestales de mediana intensidad y 20 de alta intensidad y magnitud, teniendo como afectación aproximadamente de 1 200 hectáreas por el total de incendios de mediana y alta intensidad, así como la combinación de conatos registrados que no superan más de 1 000 m<sup>2</sup>, por cada evento suscitado.

Debido a las condiciones climatológicas que se han presentado durante los últimos ocho años (2000 a 2008), así como la presencia de lluvias en la sierra, permitió disminuir los incendios en comparación con los años anteriores donde en un solo período se registraron hasta 100 incendios de gran magnitud, éstos, en algunos períodos han disminuido significativamente, sólo se han presentado incendios de mediana intensidad, en zonas de alto riesgo, registrados año con año, no superan las 100 ha.

En otros períodos, por falta de lluvia, se han alcanzado a registrar incendios fuera de los períodos normales, como en los meses de mayo y junio, con afectaciones mayores a 50 ha., los cuales han sido incendios extraordinarios registrados en las bitácoras de las cuadrillas de ambas instancias.

## 5.5. Otros impactos ambientales a futuro

De acuerdo con planos y proyectos e información recopilada en la demarcación, corroborado por investigación hecha por el periódico “*El Excelsior*”, el viernes, 7 de marzo de 2008, en la sección Ciudad, y en el espacio de noticieros Televisa del jueves 06 de marzo, en horario nocturno, se afirma que el gobierno de la Ciudad de México proyecta construir un parque industrial de alta tecnología, un reclusorio vertical, líneas de metro y academia de policía, así como el proyecto anteriormente mencionado, el relleno sanitario de alta tecnología en la zona de Tláhuac, más en específico Sierra Santa Catarina, lo que cambiaría el rostro de esta zona sur de la ciudad de México.

Un reclusorio vertical, una academia de policía, dos zonas industriales, el mayor relleno sanitario de la ciudad, son los principales proyectos que tiene colocados de manera estratégica en la mesa para la zona de Tláhuac, que el gobierno del Distrito Federal impulsara en la zona del ANP, de la delegación Tláhuac en los próximos años, todo esto en la parte oriente de la delegación, específicamente lo que corresponde a la Sierra Santa Catarina, como lo explica la figura 3.

Con el arribo de urbanización en la delegación Tláhuac y con la llegada de la línea del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STCM) a esta localidad sureña de la ciudad, vecinos, pequeños propietarios y ejidatarios, de esta demarcación temen perder lo poco que les queda como patrimonio, incluyendo sus tierras de labor. Es importante considerar que con el arribo de esta línea del metro (línea 12), a uno de los pulmones de la ciudad que posee una superficie de 65% de zona ANP y zona Agrícola, siendo el 35% zona urbana, con un estricto control de crecimiento de la mancha urbana, la gente está renuente en perder sus tierras y ser invadidos por inmobiliarias y vecinos incómodos.

Pobladores consultados de las áreas de San Francisco Tlaltenco, Santiago Zapotitlán y Santa Catarina Yecahuizotl, indican que los proyectos que el gobierno está trazando en esta demarcación dañara los ecosistemas y el paisaje del lugar, además de duplicar los habitantes en la demarcación pero principalmente las zonas rurales de la Sierra de Santa Catarina.

Si tómanos en cuenta los datos que arrojan estudios de recarga hidrológica para la sierra de Santa Catarina, realizados por la DGCOH (2002), y el Instituto de Ingeniería de la UNAM (2000), donde indican a detalle, es en la sierra donde se presenta la mayor recarga de los mantos acuíferos de la zona oriente de la ciudad, en la temporada de lluvia, junto con la zona lacustre Chalco, Xochimilco y Tláhuac, todo esto en su 65% de suelos de conservación ecológica y agrícola.

De acuerdo a datos recolectados en las instancias correspondientes de Seduvi (2007), en la Sierra Santa Catarina, con uso de suelo de conservación, de protección rural y agroindustrial, se proyecta la construcción de un reclusorio vertical que ocupara una extensión de más de 20 hectáreas.

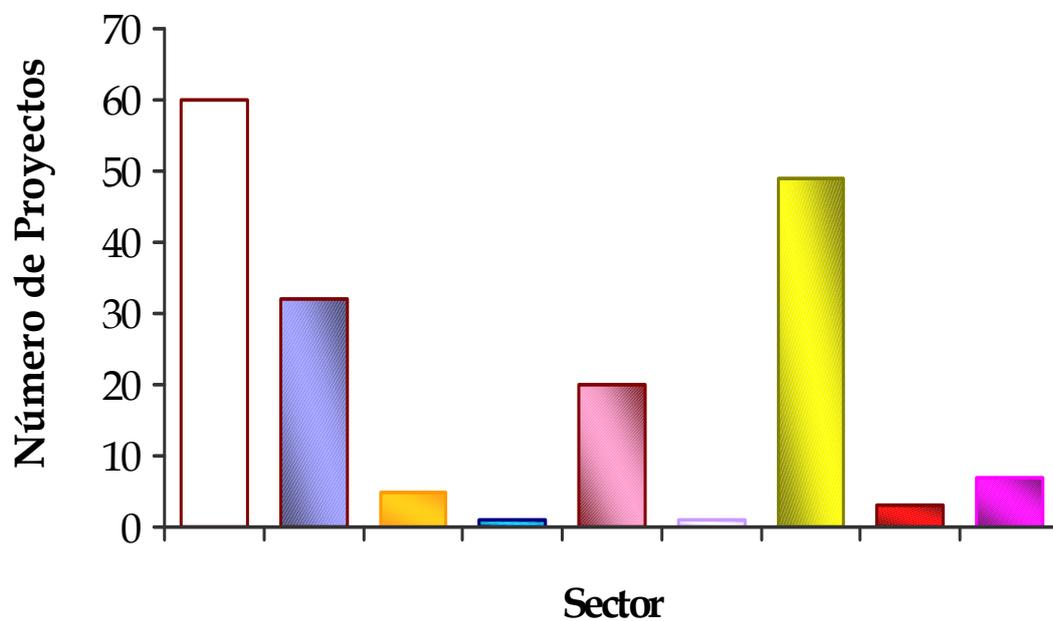
En este mismo sentido se pronunció la construcción de una academia de policía, que ocupará una extensión de más de 25 hectáreas, por lo que en otras 250 hectáreas se pretende construir, diseñado con la tecnología más moderna, un parque de última tecnología, para la fabricación de software y hardware, en zonas del Pueblo de San Francisco Tlaltenco.

En tierras ejidales de San Francisco Tlaltenco, se pretende construir, una zona de regulación de la misma; por otra parte, en la zonas de los humedales de la cuenca Tláhuac y Chalco se pretende construir una zona de lagunas de regulación, donde se pretende fomentar el ecoturismo aprovechando las ventajas que estas zonas ofrecen como lagunas de regulación.

En lo que se refiere a la construcción del relleno sanitario, que se encuentra en una etapa avanzada del proyecto, ocupará más de 500 hectáreas, construyéndose en el paraje conocido como el camino de la Tía, o camino viejo a Tlaltenco.

A partir del segundo semestre del año 2008 iniciaron los estudios de factibilidad de la zona, por lo que reuniones con gente cercana al proyecto, indican que para el gobierno del Distrito Federal, la planeación de estos proyectos es de suma importancia, ya que les dará fluidez económica a los ejidatarios rurales de la zona de acuerdo al imagen 3.

Imagen 3.- Tipos de proyectos a futuro para la SSC, catalogados en el año 2008.



Fuente: Gobierno del Distrito Federal, en visita a Recintos de Gobierno

Elaboro: Eliseo Cortés

## CAPITULO 6

### PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SIERRA SANTA CATARINA

Como se menciona en la introducción de este trabajo la Sierra Santa Catarina, junto con las sierras que rodean la Cuenca de México, contribuyen a reducir las consecuencias que sobre la ciudad afectan, especialmente en lo que se refiere a contaminantes que producen los habitantes, las industrias, los automotores, ya sea en forma de polvo, basura o desecho inorgánico y en general todo lo que produce daño en mayor o menor medida al ambiente, en la ciudad de México, principalmente contaminación que circula libremente en la Cuenca de México.

Este trabajo de investigación se acerca de la problemática de impacto ambiental que está presente en la actualidad en la Sierra de Santa Catarina, donde el propósito es dar a conocer los principales factores que afectan este pulmón ecológico, que generan desequilibrio en esta área de amplio valor ambiental, tales como la actividad minera de extracción a cielo abierto, la invasión de las áreas de reserva ecológica, el efecto de los desechos sólidos en sus suelos y los incendios forestales ocasionados en la época de estiaje, representados como impacto ambiental, con presencia antrópica en todo momento en el proceso de destrucción de la sierra.

De manera específica se debe juzgar como patrimonio natural a la Sierra de Santa Catarina, considerando que en sus partes altas es donde mayor precipitación se presenta, y por el tipo de suelo que la constituye, permite la filtración del agua al subsuelo, ayudando con ello a mantener los niveles freáticos a un nivel aceptable, para poder ser explotados racionalmente en un futuro, por lo que es importante mantener en buena conservación la Sierra de Santa Catarina.

Se puede resumir todo lo anterior como la realización de un análisis de impacto ambiental de tipo descriptivo y preventivo, que es el proceso de análisis y planeación dirigido a evaluar y programar el uso de suelo y cambios que se le pudieran dar a nuestra zona de estudio, como es el caso de la Sierra de Santa Catarina, en el Distrito Federal, todo esto poniendo énfasis a sus características físicas, biológicas y ecológicas, así como en sus

potencialidades y aptitudes, tomando en cuenta los factores que lo producen, como las actividades inmediatas, que pueden ser económicas, sociales y naturales, como referencia de una política de conservación y protección de los sistemas ecológicos que esto envuelve.

## **6.1. Formulación de medidas de mitigación de impacto ambiental**

Las siguientes formulaciones de medidas de mitigación ambiental van encaminadas al rescate, conservación y mejoramiento de la Sierra de Santa Catarina, en el Distrito Federal, donde se encuentra el Área Natural Protegida (ANP) y Suelo de Conservación Ecológica (SCE), que es una de las pocas zonas dentro del Distrito Federal consideradas como fuente de Conservación y Vida Natural de especies vegetales y de fauna de la Cuenca de México, así como área de reproducción de oxígeno para los habitantes de la ciudad de México, y como área para el esparcimiento de los habitantes aledaños a la Sierra de Santa Catarina.

Con esta base y con la finalidad de evitar el deterioro de los ecosistemas existentes en la Sierra de Santa Catarina, es necesario darle continuidad a los elementos que conforman los programas de rescate, preservación y mejoramiento, así como los recursos necesarios que se requieran para poder brindar una rápida y oportuna atención.

Aunado a esto es necesario contar con mayor cantidad de personal, lo que permitirá un mejor y alto desempeño tanto en las labores de prevención física y cultural de la sierra, como en las distintas etapas de reforestación, prevención y combate de la misma, reflejando un resultado propicio para satisfacción ambiental de los habitantes de la cuenca de México.

6.1.1 Planteamiento de medidas de mitigación ambiental para ser considerado en posibles proyectos gubernamentales dentro de la sierra.

1. Recuperación total y parcial de la sierra (a través de expropiaciones y compra de paraje y predios), a sus propietarios y ejidos como bien común.

2. Evitar el cambio de uso de suelo, en lo más mínimo, para no seguir la cadena de daños ya registrados.
3. Limpieza total de las zonas de basura doméstica y basura tóxica (tiraderos clandestinos de piezas automotrices o carros desvalijados).
4. Implementación de programas actuales de rescate y saneamiento propio para cada zona, como son: laderas, cañadas, llanuras y ex -minas.
5. Preservación a futuro de la sierra para que alcance el estatus de parque nacional.
6. Recuperación sanitaria, sanear los predios que en algún momento estuvieron ocupados como tiraderos de basura a cielo abierto, almacén de bancos de material, predios ocupados de manera irregular y grupos invasores.
7. Trabajar comunitariamente donde intervengan todos los órganos del gobierno, locales y estatales, población civil, organizaciones no gubernamentales (ONG) para preservar y conservar la sierra, ya que es un bien común para todos, por los servicios ambientales que genera.

## **6.2. Evaluación y medidas para el control de impacto ambiental**

Existe un proceso fundamental en relación al medio ambiente y eso es la cultura ambiental que cada ser humano debe aprender, que es la diferencia entre destruir y conservar el entorno ecológico, por lo que es importante que en este trabajo se ha enfatizado en la importancia de conservar el único patrimonio vivo que nos queda para heredar a nuestros semejantes, el medio ambiente y sus nichos ecológicos.

Con el fin de restaurar y conservar los recursos naturales, así como de recuperar la capacidad de recarga de los mantos acuíferos de esta zona se proponen acciones tendientes al rescate y conservación de sus elementos naturales, tales como: obras de retención del suelo y agua, delimitación física de la zona, regeneración de la vegetación

arbustiva y el manejo racional de todos los recursos, y los proyectos de compra y expropiaciones de los predios en áreas de la sierra como causa de utilidad pública.

Lo anterior, con fundamento en el artículo 2º, fracción 11 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en la que se considera de utilidad pública el establecimiento de la esta zona prioritaria de preservación y restauración del equilibrio ecológico-armónico.

El proyecto Sierra Santa Catarina pretende que se establezca una franja de retención o amortiguamiento, lo cual requiere de la expropiación de 938 hectáreas de colindancia con la zona de restauración ecológica. Este proyecto se viene promoviendo desde el año 1994 hasta la fecha junio de 2009.

En esta zona de rescate se pretende contemplar planes de concertación con los pequeños propietarios, con quienes se celebrarán convenios para la ejecución de las actividades forestales y medidas para contrarrestar las explotaciones agropecuarias menores, donde las dos partes salgan beneficiadas en los proyectos.

Se han definido las estrategias y programado acciones para regular las explotaciones agropecuarias de subsistencia que existen principalmente en las zonas de conservación ecológica de la Sierra Santa Catarina, principalmente en los pueblos ya mencionados con anterioridad Tlaltenco, Zapotitlán y Yecahuizotl.

Igualmente se han programado planes de manejo, control y/o clausura definitiva o temporal respetando cláusulas o amparos judiciales a minas de extracción pétreo y a su planta de asfalto (que hasta el momento trabaja en media capacidad).

Se planea recuperar pequeñas franjas donde los vecinos próximos al cinturón de amortiguamiento depositaban por las noches sus bolsas con basura doméstica y animales muertos convirtiéndolos en basureros clandestinos.

Los siguientes reglones son algunas consideraciones finales, para este capítulo.

La restauración ecológica que se propone en la zona, tanto en la franja de protección, como hacia el interior de la misma, contribuirá en la preservación y restauración de la cubierta vegetal natural nativa, así como la conservación de la capacidad de infiltración. Así mismo contribuirá al control de la contaminación atmosférica de la zona metropolitana de la ciudad de México y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes ubicados en las inmediaciones del proyecto al proveerlos de un lugar de esparcimiento verde, esta restauración se pretende que cumpla con los siguientes objetivos:

- Dar un tratamiento químico-mecánico forestal de las tierras erosionadas.
- Reforestar las zonas afectadas a través de la reforestación vegetal nativa.
- Favorecer la recarga de los mantos acuíferos a través de la construcción de represas en la cañadas que aún existen en la sierra.
- Retener la erosión eólica y pluvial, esto principalmente en el pie de monte con la construcción de gaviones.

El proyecto de rescate de las áreas se llevará a cabo con el tratamiento de las más de 500 hectáreas de tierras erosionadas por las minas, ex–asentamientos irregulares, plantas de asfalto y ex–tiraderos de basura, principalmente en áreas ya anteriormente expropiadas, por lo que se requiere concertar con los pequeños ejidatarios para poder realizar trabajos en las zonas no expropiadas en la actualidad o que gozan de algún amparo judicial.

La reforestación de la Sierra Santa Catarina, consistirá en aumentar y preservar las áreas que ya han dado fruto de recuperación forestal, reforestar con especies nativas de la zona para un crecimiento vegetal rápido. Este proyecto también permitirá crear otros proyectos alternos de vigilancia ambiental para detectar ilícitos a tiempo. Consolidar las áreas de asentamientos recuperables e irrecuperables, regularizar la tenencia de la tierra, para mejorar la calidad de vida mediante la introducción de servicios y recuperar las áreas naturales no invadidas.

Se requerirá impulsar la educación ambiental y la concientización social, promover la participación social y comunitaria en las actividades de salvaguarda de la sierra. Será particularmente importante, concientizar a la gente mayor y a los niños sobre el valor de cuidar, para el futuro inmediato de los recursos disponibles en la actualidad.

Deberán por sí mismo Implementar programas referentes a educación ambiental, realizando convenios con escuelas públicas y privadas, ONG de la zona para la ejecución de programas forestales y llevar a cabo conjuntamente proyectos y trabajos de promoción ambiental.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente se termina el presente trabajo dando una serie de conclusiones y recomendaciones por cada fenómeno de impacto ambiental descrito basado en un análisis detallado de los impactos y sus principales factores de control que podrían contribuir a una serie de mejoramiento parcial en los aspectos de aprovechar, conservar y mantener la sierra en los más de 2160 hectáreas que comprende tanto el ANP y SCE, a salvo de la depredación de la mancha urbana y de las acciones antropicas.

Existe un proceso fundamental en relación al medio ambiente y eso es la cultura ambiental, que es la diferencia entre destruir y conservar el entorno ecológico, por lo que es importante conservar el único patrimonio vivo que nos queda para heredar a nuestros semejantes, el medio ambiente y sus nichos ecológicos.

### **Extracción de material pétreo por la industria minera a cielo abierto**

La actividad minera no debe constituir un riesgo para la seguridad ambiental, pero en la presente investigación se ha visto que la actividad minera ha dejado una marcada actividad extractiva, que ha creado una constante alteración del medio físico y natural de la Sierra Santa Catarina, donde los distintos grados de afectación de los elementos constitutivos, antes mencionados, por lo que se reitera la urgente necesidad de aplicar un plan regional de recuperación de la sierra.

Para que la industria minera que se localiza dentro de la Sierra Santa Catarina, especialmente las localizadas dentro de los parajes del área de conservación ecológica en los parajes Xaltepec Norte, Degollado, Sacarosa, Las Represas, Tierra Blanca, Pozo Tres, Volcán Xaltepec y Tetecon, controle su expansión de sus perímetros de extracción, reforzarse la vigilancia sobre las empresas de extracción por parte de dependencias del gobierno del Distrito Federal, tales como la PAOT, SMADF, Corenader, Seduvi, así como las dependencias delegacionales que abarca esta ANP, delegación Iztapalapa y Tlahúac, para que se evite la depredación del material pétreo, revocando o controlando las licencias de explotación, ya que son necesarios para evitar que se siga disminuyendo el área natural autóctono y la alteración de la capa terrestre de la sierra, que conlleva a la disminución de

la capa vegetal, la alteración de la misma y por lo tanto la extinción de algunas especies animales y vegetales; asimismo con esto, se evitará que se altere el microclima de la sierra y el clima completo de la cuenca de México.

De igual manera, es necesario reducir con estricto control la producción y el almacenamiento del material pétreo, así como el lugar de disposición final de los desechos del material no consumido, poniendo en práctica la legislación vigente que en esta materia está señalada; las leyes y los reglamentos deben ser aplicados de manera estricta ejerciendo una continuidad y homogeneidad de las autoridades e instituciones participantes, evitando que los mismos recaigan en una tela de corrupción.

Se requiere establecer una zonificación cartográfica primaria de las empresas extractoras, tanto de los niveles de extracción, los tipos de materiales extraídos, y la cantidad de materiales y áreas dañadas para llevar un mejor control de la misma, principalmente el de la zona poniente de la Sierra Santa Catarina, donde se localizan la mayoría de las empresas, como punto crítico el Volcán Xaltepec y Tetecon, pero sin olvidar toda el área de la sierra.

Se debe evitar la apertura de más empresas extractoras de materiales en las zonas críticas de la Sierra Santa Catarina, definiendo en una cartografía donde se indique la absoluta prohibición de apertura de empresas mineras.

Se propone la realización de programas de conservación y mejoramiento del suelo, en áreas y socavones abandonados o en desuso, o en proceso de terminación de extracción del material pétreo, principalmente a lo que se refiere a las zonas de la sierra donde se encuentran socavones y ex-áreas de tiro de ex minas, zonas o cinturón de retención entre las zonas urbanas y el ANP, como son San Pablo, Potrero de la Luna, Pablo Quinto, Miravalle "Nopalera", así como de las zonas Campo Chivas, Las Cabras, el Poli y Mazatepec y la zona de los parajes, esto correspondiente a la delegación Iztapalapa, los mismo que en la zona de la delegación Tláhuac en el área de los parajes de Degollado, las Antenas, las Calabazas, Zompantitla, Zapotitla, Zapotitlán, Tlaltenco, las Calas, Camino a las Minas y Sacarosa, entre otros; lo anterior deberá incluir los usos finales a estas áreas o predios, en la zona de minas en extracción y sin uso con la zona urbana para evitar que

ésta invada áreas, y evitando la presión y el crecimiento urbano sobre el Área Natural Protegida y el Área de Conservación Ecológica.

Se requerirá establecer estrategias de rescate ecológicos entre las delegaciones Tláhuac e Iztapalapa, que se consideren en el corto, mediano y largo plazos, las medidas preventivas para el aprovechamiento racional e integral de las zonas rescatadas para salvar, conservar y preservar los recursos naturales de la Sierra Santa Catarina.

Es importante que se evite la construcción de gaviones que a través de amparos locales y federales las empresas localizadas en los volcanes Tetecon, Jaltepec, Tacuazín, continúen la sobreexplotación de los bancos de material ya existente en la zona.

Se requiere rehabilitar las zonas donde se ha dejado de extraer material pétreo, rellenando los socavones con material que no contamine los estratos subterráneos en épocas de lluvia.

### **Invasión del Área Natural Protegida y Suelo de Conservación Ecológica Sierra Santa Catarina por grupos sociales**

Para las áreas de asentamientos irregulares localizados dentro del ANP y la SCE, de estipularse que se controle su perímetro de expansión, reforzando la conservación de la zona, de mecanismos legales y culturales hacia la población, para la conservación del medio ambiente. Esto principalmente en los predios irregulares o zonas ya invadidas, incluyendo calles, manzanas, zonas especiales, ranchos agrícolas, bodegas de almacenamiento de material pétreo, de almacenamiento de forrajes y otros.

Para evitar que se rebase la línea de zona urbana, se deben aplicar los reglamentos vigentes de los organismos locales, tales como los de la Seduvi y la SMA, aplicados a este tipo de asentamientos a través de la desurbanización de la zona o desalojo de las viviendas ya construidas, como es la demolición y clausura de las viviendas construidas.

Para la conservación del medio ambiente de la sierra no deberá de regularizarse la tenencia de la tierra, ni tampoco manifestar el cambio de uso de suelo de agrícola-rural a urbano, ya que esto afectaría terriblemente a la zona.

Los asentamientos irregulares e invasiones localizadas principalmente en las zonas limítrofes de la delegación Iztapalapa, se debería realizar un estudio previo del riesgo latente que corre la población al localizar sus viviendas en zonas de alta incidencia de deslaves o remoción de suelo, tales como rocas, gravilla, arena, que se encuentran en un estado muy frágil, en las laderas de la sierra, en especial las localizadas en las laderas del volcán Tacuazín por falta de cubierta vegetal, con el propósito de invitar a los pobladores a reubicarse en zonas menos peligrosas.

En los asentamientos localizados dentro de los límites de la delegación Tláhuac, se deberá evitar que a través de decretos y amparos los ejidatarios principalmente los del pueblo de San Francisco Tlaltenco y Santa Catarina Yecahuizotl, vayan ganando espacios para poder fincar, construir, remodelar, lotificar en los predios donde actualmente funcionan como parcelas de siembra de semillas de temporal.

Se requiere el establecimiento de una zonificación secundaria de usos y destinos de las reservas, número de construcciones nuevas, número de pobladores, tipo de vivienda con material con el cual está construida, (lámina, madera, concreto), tipo de construcción, (provisional, de calidad), por cada predio irregular o de invasión, lo que debe manifestarse para cada delegación correspondiente, respetando la línea de conservación y el cinturón de retención de la mancha urbana.

Además, se deben tomar en cuenta parques y áreas verdes urbanas que tienen colindancia con el área de conservación ecológica, dentro de las cuales se encuentran los parques urbanos Corrales, Yecaxustitla, Yautlica y Yecahuizotl, que se localizan en el lado de Iztapalapa.

Resulta conveniente definir los usos especiales en las zonas limítrofes con el área urbana, como se mencionó en el párrafo anterior, con el fin de evitar la presión de las áreas urbanas sobre el área de conservación ecológica.

Deben establecerse estrategias de prevención que se consideren pertinentes a corto mediano y largo plazo, el uso y aprovechamiento racional de las áreas rescatadas de las invasiones y predios irregulares para la conservación de la zona, para generar los servicios ambientales que antes prestaba la sierra.

Se requiere promover la participación activa tanto de las autoridades civiles del gobierno central, como delegacional e instancias ecológicas tales como la PAOT, Seduvi, Corena y SMA, entre otras, y las ONG locales, en la dedicación, orientación y desarrollo de programas que rescaten la Sierra Santa Catarina, a través de los medios activos de comunicación, como son reuniones, consulta pública, plebiscito de las estrategias y programas a aplicar en la zona, con los habitantes de ambas demarcaciones, que en primera instancia son los beneficiados y perjudicados por las acciones impactantes en la sierra.

Es importante definir los sistemas y programas parciales de desarrollo urbano para cada una de las zonas, especificando densidad e intensidad de población permitida, delimitando perímetros de conservación y mejoramiento del crecimiento urbano.

Se debe controlar el crecimiento urbano, buscando delimitar exclusivamente al crecimiento natural de la zona, evitando la inmigración de pobladores de otras demarcaciones en busca de nuevas áreas de vivienda, regulando las actuales tendencias de urbanización promovidas desde el gobierno central, que emiten a través de la Gaceta Oficial de la Federación, los cambios de uso de suelo en las áreas rurales y agrícolas, el cambio de uso y destino en las zonas urbanas o combinación entre ellas.

Es conveniente establecer los usos actuales y futuros del suelo de la Sierra de Santa Catarina, de acuerdo a la tendencia del ordenamiento físico y social hacia las demandas urbanas actuales y futuras.

Se debe evitar el cambio de uso de suelo en la sierra, para detener el desarrollo de planes de inmobiliarias sedientas de suelos fértiles para la construcción de unidades habitacionales, residenciales e industriales en el Área de Conservación Ecológica, de la Sierra Santa Catarina.

Se debe evitar la invasión de la sierra por grupos sociales, promovidos por partidos políticos o agrupaciones carentes de vivienda, que persiguen fines políticos de dominación, esto incrementando el personal de guardia ecológica los días festivos y fin de año, organizando cuadrillas de protección con personal de ambas delegaciones y de instancias ecológicas como la Dgcorenader, en las zonas más propensas a ser invadidas por estos grupos sociales en colonias limítrofes y conflictivas o de alto riesgo hacer invadidas.

No deben permitirse más los asentamientos sobre áreas con riesgo de derrumbes, ni en lugares con pendientes muy pronunciadas, tales como barrancas, minas abandonadas y cañadas, logrando este objetivo mediante el no suministro de servicios de primera necesidad para la población.

### **Relleno de minas abandonadas por cascajo, escombros y basura doméstica**

Se deben proteger de manera urgente las zonas de recarga acuífera a través de usos y actividades que no anulen o contaminen los cuerpos de agua subterránea que posee la sierra, que llegan a los remanentes de los cuerpos de agua, del municipio mexiquense de Chalco y a las lagunas de Tláhuac-Xochimilco, esto con respecto a la zona sur de la sierra; en lo que respecta a la zona norte y oriente de la sierra se debe evitar que se infiltre en los pozos de recantación localizados en las colonias en el pie de monte de la sierra, de la unidad territorial Santa Catarina de la delegación Iztapalapa.

Se deben proponer actividades de rescate y limpieza de las zonas afectadas por este mal, generando empleos temporales o eventuales con pobladores de la zona, generando ingresos económicos directos e indirectos estables, mediante labores de limpieza, rescate y preservación del entorno a través de actividades agropecuarias y forestales, como es la reforestación y cuidado de la misma.

Conviene crear programas que vayan encaminados a la culturización y concientización de la población que habita en los cinturones urbanos de la sierra, principalmente a los ejidatarios de los pueblos de Tláhuac, indicándoles la importancia que tiene la conservación ecológica, fomentándoles la idea de no tirar basura, desechos sólidos, desechos industriales y, lo más importante, el no contaminar la sierra tirando o dejando

que casas de materiales desechen con sus camiones materiales de construcciones, como es el cascajo que más daño ocasiona a la sierra, ya que evita que en la temporada de lluvias esto se infiltre al subsuelo, contaminando el ciclo del agua.

Se plantea prohibir por medio de supervisiones en las cañadas, barrancas, minas abandonadas y cinturones de retención de la sierra, el establecimiento clandestino de rellenos sanitarios y tiraderos de escombros, aplicando sanciones estipuladas en los reglamentos y leyes vigentes del Distrito Federal, que en materia ambiental refiere.

Debe incrementarse el personal de vigilancia (Ecoguarda), de la Corena del Centro Regional No.3, y del Jefatura de Unidad Departamental (J.U.D) Sierra Santa Catarina, que vigile, salvaguarde el bienestar de la sierra, protegiendo de infractores que al amparo de la clandestinidad depositan sus desechos sólidos tales como basura y cascajo en el suelo de la sierra, principalmente en los cinturones de retención, como, ejemplo toda la línea limítrofe de Iztapalapa con la sierra.

Es necesario realizar programas de saneamiento de la sierra, en áreas comunes, parques ecológicos, en el cono del volcán Guadalupe, en las faldas de las laderas de la sierra, en las áreas de reforestación y en especial en los cinturones de retención de la mancha urbana, en períodos cortos finamente planeados para evitar la aparición de plagas nocivas para la sierra, tanto para la fauna como la vegetación, especialmente para no afectar a la población que habita en los cinturones de la sierra.

Se propone rehabilitar las cañadas, barrancas, laderas, minas abandonadas, que fueron en sus momentos saneadas por personal de la Corena y de los gobiernos delegacionales, para convertirlos en áreas verdes, centros deportivos, módulos de convivencia ambiental y áreas de uso forestal, con programas y proyectos adecuados en beneficio del ambiente de la sierra que ha sufrido un mayor impacto ambiental y de la población en general.

### **Incendios forestales en épocas de estiaje**

La incidencia de los incendios de los últimos años se ha desarrollado de manera muy significativa y la Sierra Santa Catarina no es la excepción, es por ello que los métodos y los

equipos para prevenirlos y combatirlos deben mejorar continuamente para lograr un desempeño y equilibrio que permita un desarrollo de actividades asociadas a este fenómeno natural; no hay que olvidarnos de sus efectos negativos y positivos de impacto ambiental para la sierra misma y de la cuenca de México.

Para el caso de la Sierra Santa Catarina ubicada al oriente de la cuenca de México, no ha sido la excepción que en los últimos años los incendios forestales que han ocurrido sobre ella forman parte de un factor de impacto ecológico de gran importancia mediante el cual se producen mecanismos y formas de reproducción que intervienen en este tipo de impacto ambiental como fenómeno natural.

La Sierra Santa Catarina comprende una superficie de 2 160 hectáreas, de las cuales 748 hectáreas corresponden al Área Natural Protegida con categoría de zona sujeta a conservación ecológica y 1 417 hectáreas a suelos de conservación ecológica.

Como mencionamos en el capítulo primero, la vegetación característica es de matorral y pastizal, en su mayoría compuesta de material combustible ligero y mediano, la característica climática más relevante es la escasa precipitación, aproximadamente 600 mm anuales, debido a esto la sierra está catalogada como zona de alto riesgo a sufrir incendios forestales.

Los valores biológicos presentes en la zona y las acciones de reforestación implementadas en 1994 hacen indispensable la ejecución de programas de prevención, control y combate de incendios forestales de alto impacto ambiental.

Como base fundamental para poder llevar a cabo las acciones correspondientes a los programas de prevención, control y combate de incendios forestales se deben llevar a cabo estrategias y planes interinstitucionales de coordinación como son las que se proponen a continuación en la imagen 4.

Imagen 4. Esquema de acciones conjuntas interinstitucionales para trabajar en prevención y control de los incendios forestales.



Fuente: Datos recolectados en las visitas de campo a las instituciones  
Elaboración propia.

Se espera que en conjunto este trabajo interinstitucional contribuya a:

- Llevar a cabo acciones de prevención física y cultural en el Área Natural Protegida Sierra Santa Catarina durante los períodos de estiaje que comprenden los meses de enero a finales del mes de abril de cada año. Llevar a cabo acciones de prevención con las distintas instancias delegacionales y demás instancias involucradas en el desarrollo de los programas de prevención, control y combate de incendios forestales durante los períodos de estiaje antes mencionados.
- De manera oportuna y efectiva llevar a cabo el combate de los incendios registrados y planeados en zonas de alta incidencia, tanto en Tláhuac como Iztapalapa y con personales de las regionales No. 3 y del J.U.D Sierra Santa Catarina, tomando en cuenta incidentes ya registrados con anterioridad por las cuadrillas especiales

para el combate de la misma en las 2 160 hectáreas en el ANP y, en el SCE a través de lo ya mencionado anteriormente, al trabajo interinstitucional que se le de primordial importancia.

- A esto sumarle el trabajo de prevención realizado en los parajes y zonas de riesgo a incendios por las cuadrillas de trabajadores eventuales y de los programas emergentes de preservación de zonas ecológicas y naturales y a la difusión de acciones por parte de los organismos gubernamentales, como son las quemas controladas realizadas en las parcelas de cultivo por parte de ejidatarios y campesinos, el retiro de material combustible en los caminos que conducen a las partes altas de la sierra y las acciones de prevención que se llevan a cabo de manera oportuna y efectiva en la sierra.

Es conveniente destacar que en los últimos años se han dispuesto programas y equipo necesario para la prevención de siniestros por parte del gobierno central de la Ciudad de México, como son equipo de combate frontal, así como de reacción (camiones, cisternas de agua, pipas de diversas capacidades, equipos manuales, palas, picos, hachas, machetes, mochilas contra incendios y líquidos retardantes, equipo de radio comunicación de largo alcance y sin faltar el equipo humano necesario que es la pieza fundamental en casos muy extremos, el combate aéreo con un helicóptero propiedad de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal).

Con base en lo anterior, y con la finalidad de evitar el deterioro de los ecosistemas existentes en la Sierra Santa Catarina, es necesario darle continuidad a los elementos que conforman las brigadas, así como los recursos necesarios que se requiera para poder brindar una rápida y oportuna atención. Aunado a esto es necesario contar con mayor personal, lo que permitirá un mejor y alto desempeño, tanto en las labores de prevención física y cultural de la sierra, como en las distintas etapas de reforestación, prevención y combate de la misma, para reflejar un resultado satisfactorio para bienestar ambiental de los habitantes del Valle de México.

## BIBLOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

### **Basura y Contaminación:**

AGUILAR RIVERO, Margot. (1999), *Reciclamiento de la Basura; Una opción ambiental comunitaria*, México, Trillas.

BERNACHE PÉREZ, Gerardo. (1998), *Basura y Metrópoli; Gestión social y pública de residuos sólidos municipales en la zona metropolitana de Guadalajara*, UdeG, ITESO, Colegio de Jalisco, Jalisco, México.

BERNACHE PÉREZ, Gerardo (2000), *Cuando la Basura nos Alcance el Impacto de la Degradación Ambiental*. UdeG, ITESO, Colegio de Jalisco, Jalisco, México.

BUHL-MORTESEN Lene; H. WELIN (Mayo-2003), *Jurnal of Agriculture and Enviromental Ethics, Espringer Netherlans*, Volumen 16, No.1, Pág. 227-247.

CASTILLO BERTHIER, Héctor F. (1983), *La Sociedad de la Basura; Caciquismo Urbano en la Ciudad de México*, México, UNAM.

MURRAY VIZCAÍNO, Juan Francisco. (1986), *La contaminación en México*, México, FCE.

PADILLA MASSIEU, Carlos. (2003), *Basura; Problemas y Soluciones Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo*, Secretaria de Urbanismo y Medio ambiente, Michoacán de Ocampo, México.

### **Climatológicos:**

CAMACHO MARTÍNEZ, Flora. *Influencia del Crecimiento Urbano sobre los Patrones de Precipitación y Temperatura en el DF*, Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM.

MAYA CORTÉS, Luz Angélica. (1996), *Alteraciones Climáticas Originadas por el Cambio de Uso de Suelo en Iztapalapa*, FFyL-UNAM, Colegio de Geografía, 1996.

PRECIADO BARRAGÁN, Luis. (1999), *Efectos del Cambio Climático en la Vulnerabilidad Urbana de la Ciudad de México*, DGPC, México.

### **Ecológicos:**

CAPRANO T. H. M, (Compilador, 1987), *La Cuestión Regional y los Recursos Naturales*, Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco (UAM-X) y Comisión de Recursos Naturales (CORENA). *Estudio para la Planificación de la Sierra de Santa Catarina*, (2002).

GIO-Argaez; Hernández RUIZ; Saín HERNÁNDEZ. (Compiladores, 1987), *Ecología Urbana*, Volumen especial, SMHN, UNAM, México.

IBÁÑEZ AGUILAR, Cesar Domingo. (1994), *Ocupación Urbana en Áreas de Conservación Ecológica, El Caso de la Sierra Santa Catarina*, Ciudad de México, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.

Inventario Nacional Forestal. (1992), SARH, México.

LEAL Marina; Valentina CHÁVEZ; Laura LARRALDE. (1990), *Temas Ambientales, "Zona Metropolitana de la Ciudad de México"*, México, UNAM.

PRITCHETT WILLIAM, L. (1986), *Suelos Forestales: Propiedades, Conservación y Mejoramientos*, México, LIMUSA.

TOLEDO, V. M. (1994), *La gran diversidad biológica de México*, Libro de Ciencias, No. 34, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

RODRÍGUEZ, D.A. (1996), *Incendios Forestales*. Universidad Autónoma de Chapingo, Mundi Prensa, México.

VÁSQUEZ Y. C; S. OROZCO. (1988), *La Destrucción de la Naturaleza*, Colección la Ciencia desde México, No. 83, México, Fondo de Cultura Económica.

VELÁSQUEZ, A. F; J. ROMERO. (Compiladores, 1999), *Biodiversidad de la Región Montañosa de la Cuenca de México*, UAM, México.

#### **Físicos:**

CERECEDO MENDOZA, Enrique. (2006), *Peligros Geomorfológicos en el Municipio de Chimalhuacán, Estado de México: una Cartografía para la Prevención*, FFYL-UNAM, México, D.F.

GARAY MALDONADO, Rosa Evelia. (1974), *Geomorfología de la Región Volcánica Chimalhuacán, Cerro de la Estrella, Santa Catarina*, FFyL-UNAM, Colegio de Geografía.

GONZÁLEZ-MORAN, Tomás. (1992), *Estudio Hidrofísico de la Subcuenca de Chalco, Evaluación de Impacto Ambiental de la Basura de Santa Catarina*. UNAM, Doctorado, Colegio de Ciencias y Humanidades.

LUGO-Hubp, José H.; Mooser Federico; Pérez Vega Azucena; Zamorano Orozco José Juan. (1991), *Geomorfología de la Sierra Santa Catarina, D.F.*, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Volumen 11, UNAM-I Geología, México.

MOOSER, Federico. (1975), *Historia Geológica de la Cuenca de México*, Departamento del Distrito Federal, México.

PERÉZ VEGA Blanca Azucena. (1992), *Estudio Geomorfológico de la Sierra de Santa Catarina D.F.*, FFyL-UNAM, Colegio de geografía.

ROBIN C.; N. DEMAT. (1975), *Las Series Volcánicas de la Sierra Madre Oriental (Basaltos e Ignimbritas), Descripción y Características Químicas*, Instituto de Geología-UNAM, México.

RODRÍGUEZ C. (1987), *Consideraciones Preliminares Basadas en Resultados Geoelectricos sobre la Interface, Agua Mineralizada, Agua Dulce, en el Área de Santa Catarina Yecahuitzol, D.F.*, Revista Geofísica Internacional No. 26.

CLARK ALLEN, L. (1986), *Industria Minera, Política Gubernamental*, Congreso en Asia, Tokio, Japón.

WALT PAUL. (1910), *Excursión Geológica a la Sierra de Santa Catarina*, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Boletín No.7, México.

WILCHES CHAUX, G. (2000), *La Vulnerabilidad Global ante los Desastres Naturales*, La Red, Colombia.

YARZA DE LA TORRE Esperanza (1971), *Volcanes de México*, México, Ediciones Aguilar.

### **Impacto ambiental:**

CONEZA FERNÁNDEZ, Bitora Vicente. (2000), *Guía de Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental*, 3<sup>era</sup> edición, Mundi Prensa, Madrid, España.

GÓMEZ OREA, Domingo. (2003), *Evaluación del Impacto Ambiental*, 12 Edición, Mundi prensa ediciones, Madrid España.

MAYA SIXTOS, Graciela. (1995), *Impacto Ambiental Derivado de la Disposición Final de los Residuos Sólidos en el D.F.*, FFyL-UNAM, Colegio de Geografía.

PÉREZ GIL SALCIDO Ramón Gabriel. (2000), *Impacto Ambiental, una Importante Aplicación en la Ecología*, Facultad de Ciencias, UNAM.

Tres casos de impacto ambiental, *“Aeropuertos-Embalses con Central Hidroeléctrica-Vertedero de Residuos Sólidos*. (1977), CIFCA, Madrid, España.

### **Riesgos:**

Atlas de Riesgo de la Ciudad de México (2007), Secretaria de Protección Civil del Distrito Federal, México, D.F.

MASKREY, Andrew. (Compilador, 1993), *Los Desastres no son Naturales*, La Red, de Estudios Sociales en Prevención de desastres en América Latina, Lima, Perú.

### **Otros**

GUZMÁN CARRILLO, Ángel Guadalupe. (2002), *Los Nombres Geográficos en Iztapalapa*, Distrito Federal, México, FFyL-UNAM, Colegio de Historia.

GAZCA ZAMORA, José. (2001), *El Desarrollo Regional en México*, En la línea de 2 vertientes, México, Porrúa, IIE-UNAM.

### **Instituciones Visitadas:**

- Dirección General de Operación y Control Hidráulico (DGCOH), 2000 a 2008.
- Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (CORENADER) 1998-2007

- Comisión de Recursos Naturales (CORENA), Regionales 3, y Subproyecto -Santa Catarina, 2000-2008.
- Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2008
- Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal, 2008
- Delegación Tlahuac, Departamento Jurídico y de Gobierno, 2008.
- Delegación Iztapalapa, Departamento Jurídico y de Gobierno, 2008.
- Secretaría General de Protección Civil de Ciudad de México, 2008
- Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT), 2008
- IG-UNAM (Instituto de Geografía de la UNAM). IC-UNAM (Instituto de Ciencias de la UNAM), ICOL-UNAM (Instituto de Ecología de la UNAM)
- INE-SEMARNAT (Instituto Nacional de Ecología –SEMARNAT).

### **Revistas:**

La jornada, viernes 08 de febrero de 2008, sección capital.

Arqueología Mexicana, revista bimestral, INAH-Editorial Raíces Mexicanas, No.86.

### **Compendios inéditos**

- Plan de manejo integral de la micro cuenca del suelo de conservación del Distrito Federal, GDF/SMA, México, 2007.
- Carta topográfica Milpa Alta E14A49 y Amecameca, E14B41, Escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1984), México.
- Convenio de Coordinación para el Ordenamiento Ecológico de la Cuenca de México, 1993-2000, SEMARNAT, México.
- Universum-UNAM, Sala Conciencia de Nuestra Ciudad, tema: “Cuenca del Valle de México”.
- XII Censo Nacional de Población y Vivienda, INEGI, México, 2000-2005.
- Cuadernos Estadísticos Delegacionales Iztapalapa-Tlahuac, Edición 2000, GDF, México.

### **Internet:**

[www.tlahuac.df.gob.mx](http://www.tlahuac.df.gob.mx)

[www.iztapalapa.df.gob.mx](http://www.iztapalapa.df.gob.mx)

[www.concretosrecicladados.com.mx](http://www.concretosrecicladados.com.mx)

## GLOSARIO TEMÁTICO

**AMBIENTE:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. Deberá entenderse también como medio ambiente.

**ÁREAS DE VALOR AMBIENTAL:** Las áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas, las cuales les permiten contribuir a mantener la calidad ambiental de la ciudad.

**ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:** Los espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido suficientemente alterados por actividades antropogénicas, o que quieren ser preservadas y restauradas por su estructura y función para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son áreas que por sus características ecogeográficas, contenido de especies, bienes, servicios ambientales y culturales que proporcionan a la población, hacen imprescindible su preservación.

**ÁREA VERDE:** Toda superficie cubierta de vegetación, natural o inducida que se localice en el Distrito Federal.

**AUDITORÍA AMBIENTAL:** Examen metodológico de las actividades, operaciones y procesos, respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, así como del grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger los recursos naturales y el ambiente.

**AUTORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL:** Autorización otorgada por la Secretaría del Medio Ambiente como resultado de la presentación y evaluación de un informe preventivo; manifestación o estudio de impacto ambiental o de riesgo, según corresponda cuando previamente a la realización de una obra o actividad se cumplan los requisitos establecidos en esta ley para evitar o en su defecto minimizar y restaurar o compensar los daños ambientales que las mismas puedan ocasionar.

**BARRANCAS:** Depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico.

**CONSERVACIÓN:** El conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones de detección, rescate, saneamiento y recuperación destinadas a asegurar que se mantengan las condiciones que hacen posible la evolución o el desarrollo de las especies y de los ecosistemas propios del Distrito Federal.

**CONTAMINACIÓN:** La presencia en el ambiente de toda sustancia, que en cualquiera de sus estados físicos y químicos al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural, causando desequilibrio ecológico.

**CONTINGENCIA AMBIENTAL O EMERGENCIA ECOLÓGICA:** Situación eventual y transitoria declarada por las autoridades competentes cuando se presenta o se prevé con base en análisis objetivos o en el monitoreo de la contaminación ambiental, una concentración de contaminantes o un riesgo ecológico derivado de actividades humanas o fenómenos naturales que afectan la salud de la población o al ambiente de acuerdo con las normas oficiales mexicanas.

**CUENCA DE MÉXICO:** El ámbito geográfico comprendido por los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y el Distrito Federal en la que tienen lugar los ciclos naturales del

agua, aire, suelo y especies vivas que determinan las condiciones ambientales del Distrito Federal.

**CUERPO RECEPTOR:** La corriente, depósito de agua, el cauce o bien del dominio público del Distrito Federal en donde se descargan, infiltran o inyectan aguas residuales

**DAÑO AMBIENTAL:** Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al ambiente o a uno o más de sus componentes.

**DEMARCACIÓN TERRITORIAL:** Cada una de las partes en que se divide el territorio del Distrito Federal para efectos de la organización político-administrativa.

**DELEGACIONES:** Los Órganos Político-Administrativos establecidos en cada una de las demarcaciones territoriales.

**DESARROLLO SUSTENTABLE:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de conservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**DISPOSICIÓN FINAL:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas y al ambiente.

**ECOCIDIO:** La conducta dolosa determinada por las normas penales, consistente en causar un daño grave al ambiente por la emisión de contaminantes, la realización de actividades riesgosas o la afectación de recursos naturales en contravención a lo dispuesto en la presente ley o en las normas oficiales ambientales mexicanas.

**ECOSISTEMA:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;

**EDUCACIÓN AMBIENTAL:** El proceso permanente de carácter interdisciplinario orientado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio biofísico circundante.

**EMISIONES CONTAMINANTES:** La generación o descarga de materia o energía, en cualquier cantidad, estado físico o forma, que al incorporarse, acumularse o actuar en los seres vivos, en la atmósfera, agua, suelo, subsuelo o cualquier elemento natural afecte negativamente su composición o condición natural.

**ESTUDIO DE RIESGO:** Documento mediante el cual se dan a conocer, con base en el análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, los riesgos que éstas representan para los ecosistemas, la salud o el ambiente, así como las medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar, reducir o evitar los efectos adversos que se causen al ambiente, en caso de un posible accidente durante la realización u operación normal de la obra o actividad de que se trate.

**FAUNA SILVESTRE:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores, que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos, que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**FLORA SILVESTRE:** Las especies vegetales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**FUENTES FIJAS:** Los establecimientos industriales, mercantiles y de servicio, los espectáculos públicos que emitan contaminantes al ambiente, ubicados o realizados, según corresponda en el Distrito Federal.

**FUENTES MÓVILES:** Los vehículos automotores que emitan contaminantes al ambiente.

**FUENTES NATURALES DE CONTAMINACIÓN:** Las de origen biogénico, de fenómenos naturales y erosivos.

**GACETA OFICIAL:** La Gaceta Oficial del Distrito Federal.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Modificación del ambiente, ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.

**INCINERACIÓN:** Combustión controlada de cualquier sustancia o material, cuyas emisiones se descargan a través de una chimenea.

**LABORATORIO AMBIENTAL:** Aquellos que acrediten contar con los elementos necesarios para analizar contaminantes en el aire, agua, suelo, subsuelo, materiales o residuos.

**LEY:** Ley Ambiental del Distrito Federal.

**LEY GENERAL:** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**MANEJO:** Conjunto de actividades que incluyen, tratándose de recursos naturales, la extracción, utilización, explotación, aprovechamiento, administración, preservación, restauración, desarrollo, mantenimiento y vigilancia; o tratándose de materiales o residuos, el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, rehusó, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

**MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS:** Las sustancias, compuestos o residuos y sus mezclas, que por sus características corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables o biológicas infecciosas, representan un riesgo para el ambiente, de conformidad con las normas oficiales mexicanas aplicables.

**NORMAS AMBIENTALES PARA EL DISTRITO FEDERAL:** Las que emite la autoridad competente en ésta materia, en función de las atribuciones que esta ley y otros ordenamientos legales le confiere.

**NORMAS OFICIALES:** Las normas oficiales mexicanas aplicables en materia ambiental.

**ORDENAMIENTO ECOLÓGICO:** La regulación ambiental obligatoria respecto de los usos del suelo fuera del suelo urbano, del manejo de los recursos naturales y la realización de actividades para el suelo de conservación y barrancas integradas a los programas de desarrollo urbano.

**PARQUES:** Las áreas verdes o espacios abiertos jardinados de uso público, ubicados dentro del suelo urbano o dentro de los límites administrativos de la zona urbana de los centros de población y poblados rurales en suelo de conservación, que contribuyen a mantener el equilibrio ecológico dentro de las demarcaciones en que se localizan y que ofrecen fundamentalmente espacios recreativos para sus habitantes.

**PARQUES LOCALES:** Áreas establecidas internamente para la convivencia de una vecindad o barrio donde donde el reglamento y orden lo imponen los pobladores o la colonia.

**PARQUES URBANOS:** Áreas verdes, espacios de común convivencia de los habitantes de una zona, bajo resguardo del municipio, pueblo o delegación con orden, jurisdicción y reglamento interno propio de convivencia.

**PLATAFORMAS O PUERTOS DE MUESTREO:** Instalaciones que permiten el análisis y medición de las descargas de contaminantes o materiales de una fuente fija a la atmósfera, agua, suelo o subsuelo, de acuerdo con las Normas Oficiales.

**PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES:** Prestador de servicios de impacto ambiental es la persona que elabora informes preventivos, manifestaciones o estudios de

impacto ambiental o de riesgo por cuenta propia o de terceros y que es responsable del contenido de los mismos.

**PREVENCIÓN:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

**PROCURADURÍA:** La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal; órganos encargados de la aplicación de leyes y reglamentos.

**PROTECCIÓN ECOLÓGICA:** El conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el ambiente, a prevenir y controlar su deterioro.

**QUEMA:** Combustión inducida de cualquier sustancia o material.

**RECICLAJE:** Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos y de reutilización.

**RECURSOS NATURALES:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

**REPARACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL O ECOLÓGICO:** El restablecimiento de la situación anterior y en la medida en que esto no sea posible, la compensación o el pago del daño ocasionado por el incumplimiento de una obligación establecida en esta Ley o en las Normas Oficiales.

**RESIDUO:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS:** Todos aquéllos residuos, en cualquier estado físico, generados en los procesos industriales que no contengan las características que los hagan peligrosos.

**RESIDUOS SÓLIDOS:** Todos aquellos residuos en estado sólido, que provengan de actividades domésticas o de establecimientos industriales, mercantiles y de servicios. Que no posean las características que los hagan peligrosos.

**RESTAURACIÓN DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO:** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

**RIESGO AMBIENTAL:** Peligro al que se expone el ecosistema, como consecuencia de la realización de actividades riesgosas.

**SECRETARÍA:** Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

**SERVICIOS AMBIENTALES:** Aquellos derivados de los ecosistemas o sus elementos, cuyos valores o beneficios son económicos, ecológicos o socioculturales y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente, propiciando una mejor calidad de vida de los habitantes y que justifican la necesidad de desarrollar acciones para promover la preservación, recuperación y uso racional de aquellos elementos relevantes para la generación de estos servicios en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

**SUELO URBANO:** La clasificación establecida en la fracción I del artículo 30 de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, incluidas las áreas verdes dentro de los límites administrativos de la zona urbana de los centros de población y poblados rurales localizados en suelo de conservación que establece el programa general de ordenamiento ecológico.

**SUELO DE CONSERVACIÓN:** La clasificación establecida en la fracción II del artículo 30 de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

**TRÁFICO DE ESPECIES:** Flora y fauna cuyo comercio está prohibido en la Legislación aplicable.

**TRATAMIENTO:** Acción de transformar las características de los residuos.

**VERIFICADORES AMBIENTALES:** Los prestadores de servicio de verificación de emisiones contaminantes autorizados por la Secretaría.

**VOCACIÓN NATURAL:** Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos.

**ZONAS DE RECARGA DE MANTOS ACUÍFEROS:** Las zonas en predios no construidos que por su ubicación reciben una precipitación pluvial superior a la media para el Distrito Federal y que por las características de suelo y subsuelo son permeables para la capacitación de agua de lluvia que contribuye a la recarga de los mantos acuíferos.



## **ANEXO I**

### **IMÁGENES**

Imagen 1. Profundidad del socavón de una de las minas ubicadas en el volcán Tetecon.

Imagen 2. Visita con personal de la Corena, PC y PAOT, en la mina del volcán Tetecon.

Imagen 3. Tipo de materiales con los cuales se construyen las casas en los predios de invasión.

Imagen 4. Construcciones de invasiones hormiga en la sierra.

Imagen 5. Acciones de prevención de personal de distintos órganos de gobierno y de la Corena, para prevenir la invasión a suelos de conservación en la Sierra Santa Catarina.

Imagen 6. Principales fuentes de contaminación por desechos industriales en distintos parajes de la Sierra Santa Catarina.

Imagen 7. Rellenos sanitarios en la Sierra Santa Catarina, con cascajo, basura y desechos antrópicos.

Imagen 8. Magnitud de los incendios forestales en la época de estiaje en la SSC.

Imagen 10. Detección de un incendio por personal de Brigadas de la Sierra Santa Catarina.

Imagen 1. Profundidad del socavón de una de las minas ubicadas en el volcán Tetecon



Fuente: Imagen propia del autor, tomada en las visitas de campo a la Sierra de Santa Catarina, 2008

Imagen 2. Visita con personal de la Corena, PC y PAOT en la mina del Volcán Tetecon



Fuente: Imagen del autor, tomada en las visitas de campo con personal de la Corena, SMA y PAOT, 2008

Imagen 3. Tipo de materiales con los cuales se construyen las casas en los predios de invasión



Fuente: Imagen tomada durante recorrido de campo en la parte oriente de la sierra

Imagen 4, Construcciones de invasiones hormigas en la sierra



Fuente: Imagen propia del autor, tomada en los recorridos de campo, en noviembre de 2008 en los parajes de la Sierra Santa Catarina.

Imagen 5. Acciones de prevención de personal de distintos órganos de gobierno y de la Corena, para prevenir la invasión a suelos de conservación en la Sierra de Santa Catarina



Fuente: Imagen del autor tomada durante las visitas de campo a la sierra con autoridades delegacionales y personal de la Corena, SMA y PAOT, 2008.

Imagen 6. Principales fuentes de contaminación por desechos industriales en distintos parajes de la Sierra Santa Catarina



Fuente: Imagen del autor, tomada en las visitas de campo en los parajes de la Sierra, 2008.

Imagen 7. Rellenos sanitarios en la Sierra Santa Catarina con cascajo, basura y desechos antrópicos



Fuente: Imagen del autor tomada durante las visitas de campo en los parajes de la Sierra de Santa Catarina, imagen típica de la zona norte de la Sierra, 2008.

Imagen 8. Magnitud de los incendios forestales en la época de estiaje en la Sierra Santa Catarina



Fuente: Imagen cortesía de la gerencia Sierra Santa Catarina, combate incendios 2009.

Imagen 10. Detección de un incendio por personal de Brigadas de la Sierra Santa Catarina



Fuente: Imagen cortesía de la gerencia Sierra Santa Catarina, combate incendios 2009.

## ANEXO II

### TABLAS

Tabla 1. Cuadro de relación de acciones impactantes y factores impactados de estudio en la industria extractiva.

Tabla 2. Regeneración socio ambiental y económica de la zona de la Sierra Santa Catarina.

Tabla 3. Porcentaje de peligrosidad para el hábitat faunístico y flora de la Sierra Santa Catarina.

Tabla 4. Tipo de impacto ambiental y superficie de afectación.

Tabla 5. Rango de aptitud por tipo de impacto ambiental, para la Sierra Santa Catarina.

Tabla 6. Fases de clasificación de riesgos para la Sierra Santa Catarina.

Tabla 1. Cuadro de relación de acciones impactantes y factores impactados de estudio en la industria extractiva

	FACTORES IMPACTADOS	ACCIONES IMPACTANTES
MEDIO NATURAL	Tierra-Suelo: Valores geológico, geomorfológicos, topográficos. Recurso minerales extraídos. compactación y reposición de asientos, perfil del suelo, grados de evolución del suelo, componentes orgánicos, características físicas del suelo, grados de erosión del suelo, calidad para su regeneración y uso agrícola como relación del daño.	Fase de extracción
		Alteración cubierta vegetal
		Alteración cubierta terrestre
		Alteración hidrológica y drenaje
		Vías de acceso
		Barreras y vallados
AGUA	Agua: Recarga hidrológica de la cuenca de México, escorrentía, drenaje, calidad del agua, recursos hídricos de la cuenca donde pertenece, aguas superficiales aprovechables, aguas subterráneas.	Señalización
		Transporte pesado
		Excavaciones profundas
		Excavaciones superficiales
AIRE	Aire: Calidad del aire, microclimas generados por el cambio de cubierta arbustiva, tipo y direcciones del viento en la zona de la cuenca de México.	Remoción de la cubierta vegetal
		Ruido y vibraciones
		Procesado de material
		Separación por tamaño del material extraído
FAUNA	Fauna: Biomasa, especies endémicas, especies interesantes o en peligro de extinción, comunidades, estabilidad de la población, cadenas tróficas, reinos	Almacenamiento del material extraído
		Control de erosión del terreno aledaño
		emisión de polvos suelto
		zona de tiro de material no aprovechable
TRANSFORMACIÓN DEL MEDIO	Medio de Percepción: paisaje natural, paisaje protegido ANP, suelo de conservación, vista panorámica hacia ambas laderas norte /sur, transformaciones de 1995 hasta la fecha 2008.	Costo total de explotación anual de la mina.

Fuente: Coneza (2000) adecuado para Sierra Santa Catarina

Tabla 2. Regeneración socio ambiental y económica de la Sierra Santa Catarina

ACCIONES IMPACTANTES	FACTORES IMPACTADOS
Cierre de la explotación de la mina de extracción de arena grava y tezontle	Economía y Población: estructura de la población activa de la zona, tipo de empleos de los trabajadores de las minas, fijo, semifijo o temporal, inversiones privadas, públicas otros, beneficios propietarios, locales o nacionales, cambio del valor del suelo, antes y después de la extracción, urbanización, hábitat y movimientos migratorios.
Zona de tiro de escombros	
Control del tiro de escombros	
Relleno de las minas clausuras o finalización de la explotación	
Recubrimiento de Cubierta vegetal (Reforestación)	Usos del Suelo: suelo agrícola, forestal, agrícola-ganadero, suelo urbano-rural, zonas verdes, zona de minería y canteras, recreativo y de ocio, áreas naturales protegidas o suelo de conservación.
Introducción de flora (Nativa y Antropica)	
Introducción de fauna (Granjas o corrales)	
Introducción de fauna latina por migración	Infraestructura: carreteras de terracería y red primaria, caminos ejidales o vecinales, red de abastecimiento de materiales y de consumo, alumbrado público, agua potable otros.
Control de erosión con arbustos o barreras rompe viento	
Cultivo en terrazas, terraplén, muros de contención	
Introducción de otros cultivos	
Replacación forestal	
Estabilización del suelo	Humanos: calidad de vida, salud, seguridad, economía.
Reconstrucción del paisaje	
riego	
Control de emisión de gases	Cultural: valor de la Sierra Santa Catarina, como histórico, cultural, artístico, geológico, arqueológico, de conservación patrimonial otros.
Olores	
OTROS	

Fuente: Conexa (2000) adecuado para la sierra.

Tabla 3. Porcentaje de peligrosidad para el habitat faunístico y flora de la Sierra Santa Catarina

	Tipo de evento	TIRO DE CASCAJO	BASURA DOMESTICA	MINA A CIELO ABIERTO	INVASIÓN DE PREDIOS	EROSIÓN EOLICA	AGRICULTURA INTENSIVA
Magnitud del riesgo	PELIGROSO 100%	PELIGROSO 100%		PELIGROSO 100%			
	GRAVE 80%		GRAVE 80%				
	REGULAR 50%				REGULAR 50%		
	NORMAL 25%					NORMAL 25%	NORMAL 25%
	NO GRAVE 01 A 10%						
	ESTANDAR O CONTROLABLE						

Fuente: Trabajo Inédito para la Sierra Santa Catarina en Biblioteca de la Corena

Tabla 4. Tipo de impacto ambiental y hectárea de afectación

	Tipo de evento	TIRO DE CASCAJO	BASURA DOMESTICA	MINA A CIELO ABIERTO	INVASIÓN DE PREDIOS	EROSIÓN EOLICA	AGRICULTURA INTENSIVA
Área total en hectáreas afectada	1- 10 ha.						
	10-25 ha.						
	26-50 ha.						
	51-100 ha.						
	100 -200 ha.						

Fuente: Datos recolectados en visitas de campo, comparado con trabajo inéditos realizados por la Corena 2000.

Tabla 5. Rango de aptitud por tipo de impacto ambiental, para la Sierra Santa Catarina

Magnitud del Riesgo	Tipo de Impacto	TIRO DE CASCAJO	BASURA DOMESTICA	MINA A CIELO ABIERTO	INVASIÓN DE PREDIOS	EROSIÓN EOLICA	AGRICULTURA INTENSIVA
	RIESGO MUY ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO			
RIESGO ALTO		ALTO					
RIESGO REGULAR				REGULAR			
RIESGO BAJO					BAJO		
RIESGO MUY BAJO							
RIESGO ESTÁNDAR O CONTROLABLE						ESTÁNDAR O CONTROLABLE	

Fuente: Datos recolectados en visitas de campo, comparado con trabajo inéditos realizados por la Corena 2000.

Tabla 6. Fases de acción y percepción de la gente ante los impactos ambientales

	<b>Autor Consultado</b>	<b>(Coneza 2003)</b>	<b>(Gómez 2003)</b>	<b>(Cenapred 2007)</b>	<b>(SMA 2000)</b>	<b>(PCDF 2007)</b>
<b>MAGNITUD DEL RIESGO LOCALIZADO</b>	<b>DESASTRE</b>	Desequilibrio ambiental pos desastre	Reconstrucción ambiental	Restauración en plazos	Mitigación	Reconstrucción
	<b>IMPACTO GRAVE</b>	Respuesta social organizada	Ayuda o restauración	Movilización ante el impacto	Recuperación	Restauración
	<b>ALERTA</b>	Respuesta inmediata mal organizada	Acciones a corto plazo	Planeación de programas	Respuesta	Emergencia
	<b>PREIMPACTO</b>	Detección y comunicación de la alerta	Acciones primarias	Percepción de amenaza	preparativos	
	<b>DETECCIÓN DEL PROBLEMA</b>		Pre alerta		Mitigación	pre desastre

Fuente: Datos extraídos de los autores e instituciones ya Mencionados

ELABORACIÓN : Eliseo Cortés Cruz. Con datos recolectados

Tabla 7. Clasificación de riesgos para la Sierra Santa Catarina

	<b>Disponibilidad de agua</b>	<b>Inundaciones</b>	<b>Riesgo de Erosión</b>	<b>Topografía</b>	<b>Profundidad Efectiva</b>	<b>Pedregosidad cm.</b>	<b>pH, del Suelo</b>
<b>Efecto Inmediato</b>	En la sierra no dispone de agua superficial solo a una profundidad relativa, de 50 metros de profundidad	No existe riesgo de inundación en la sierra, ya que por el tipo de suelo es muy permeable, solamente en las cañadas y barrancos, pero esto en caso de alguna lluvia extraordinaria	Existe la probabilidad de erosión en mas de 20% del suelo de la sierra por falta de cubierta vegetal, por lo que cada año, se ve afectado por falta de cubierta, principalmente en la zona inmediata a la zona urbana.	Existe un desnivel topográfico de entre 5° a 40° de inclinación, dependiendo las laderas de la sierra, por lo que la parte sur, es la zona con mayor inclinación.	La profundidad relativa del suelo en la sierra es de los 5cm hasta los 10 cm., esto de acuerdo a estudios de edafológicos realizados por la Corena 2002.	La Sierra de Santa Catarina, posee una pedregosidad mayor al 80% por m2, esto por su origen volcánico	el nivel de PH, del suelo en la sierra de básica nivel 6

Fuente: Datos recolectados en la Dirección General de Control y Operación Hidráulica, 2008.

Elaboro: Eliseo Cortes Cruz

## **ANEXO III**

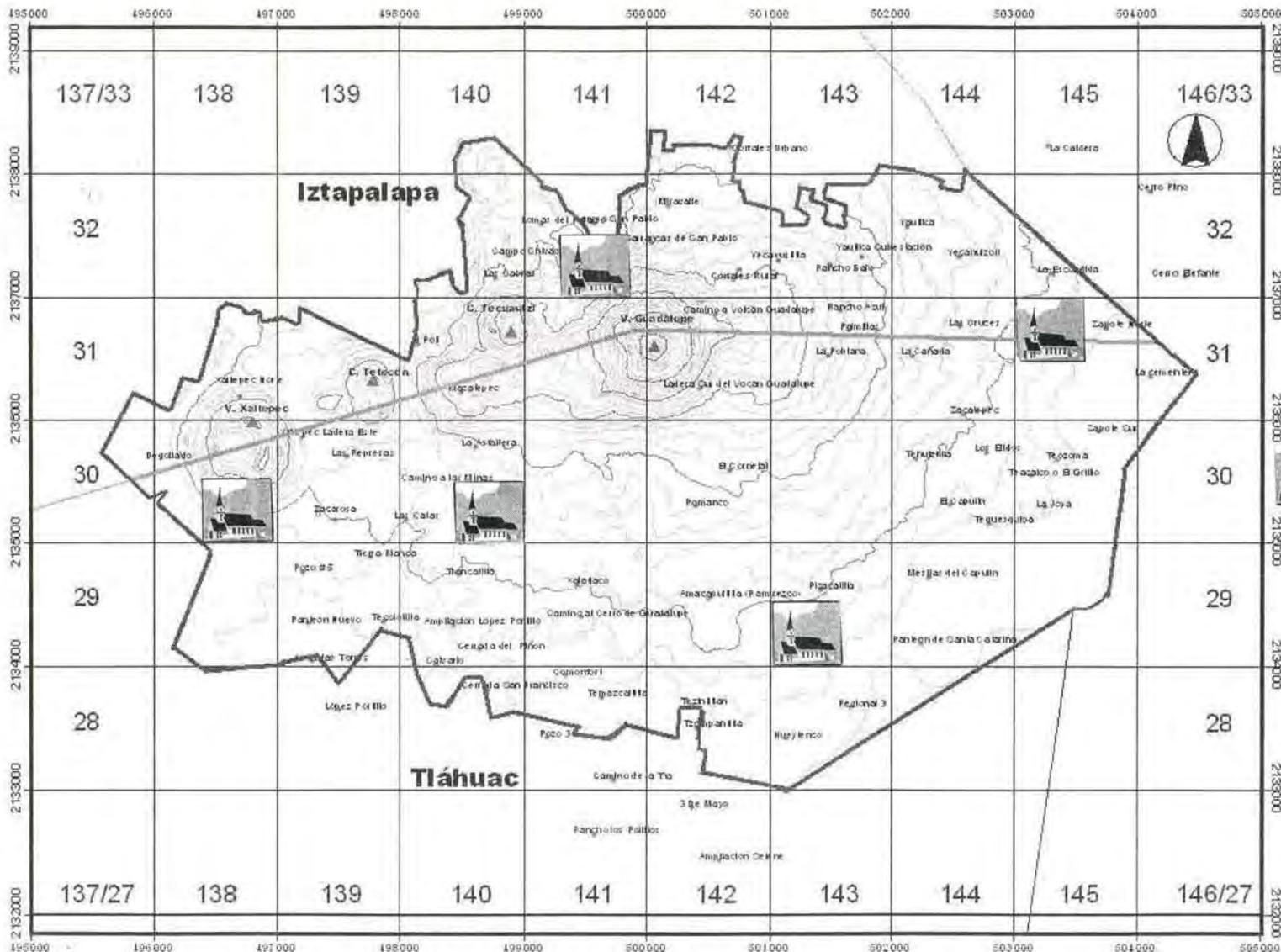
### **MAPAS**

Mapa 1. Área de localización de minas de extracción en la Sierra Santa Catarina.

Mapa 2. Zonas de localización de los principales asentamientos irregulares.

Mapa 3. Principales zonas de relleno sanitario y tiraderos clandestinos.

Mapa 4. Principales parajes donde año con año se reportan los principales incendios forestales



**SIMBOLOGÍA**

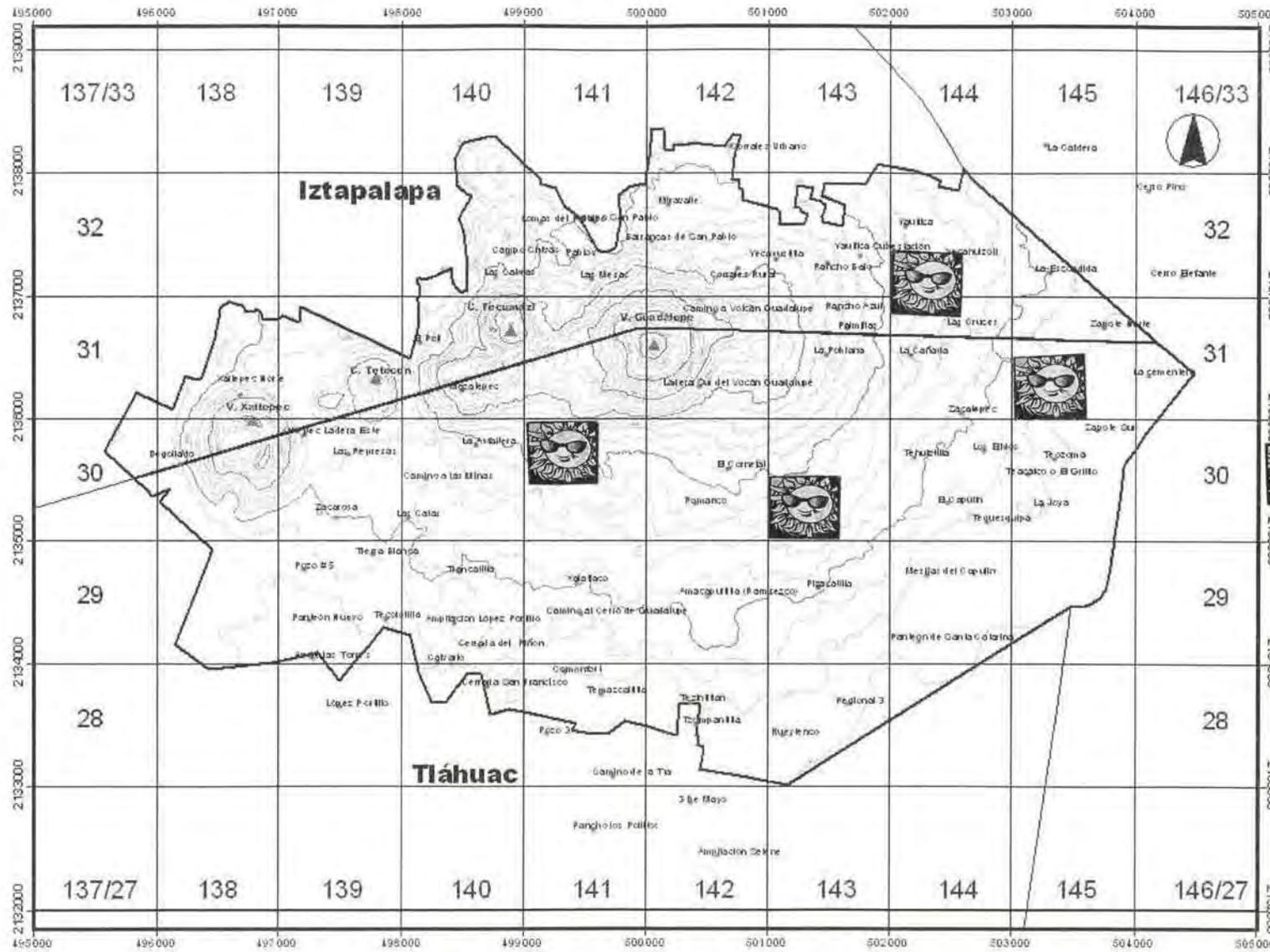
- Límite Sierra
- Límite Delegacional
- Cuadrantes
- Curvas de Nivel**
- Maestras a cada 100 m
- Secundarias a cada 20 m
- Elevaciones
- Parajes
- Mapa 2: Zonas donde se localizan los principales predios irregulares



Escala: 1:50,000  
 Proyección: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Fecha de actualización: 2005

**SIERRA DE SANTA CATARINA**

**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
 Secretaría del Medio Ambiente  
 Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano  
 Dirección de Planeación de Recursos Terrestres



**SIMBOLOGÍA**

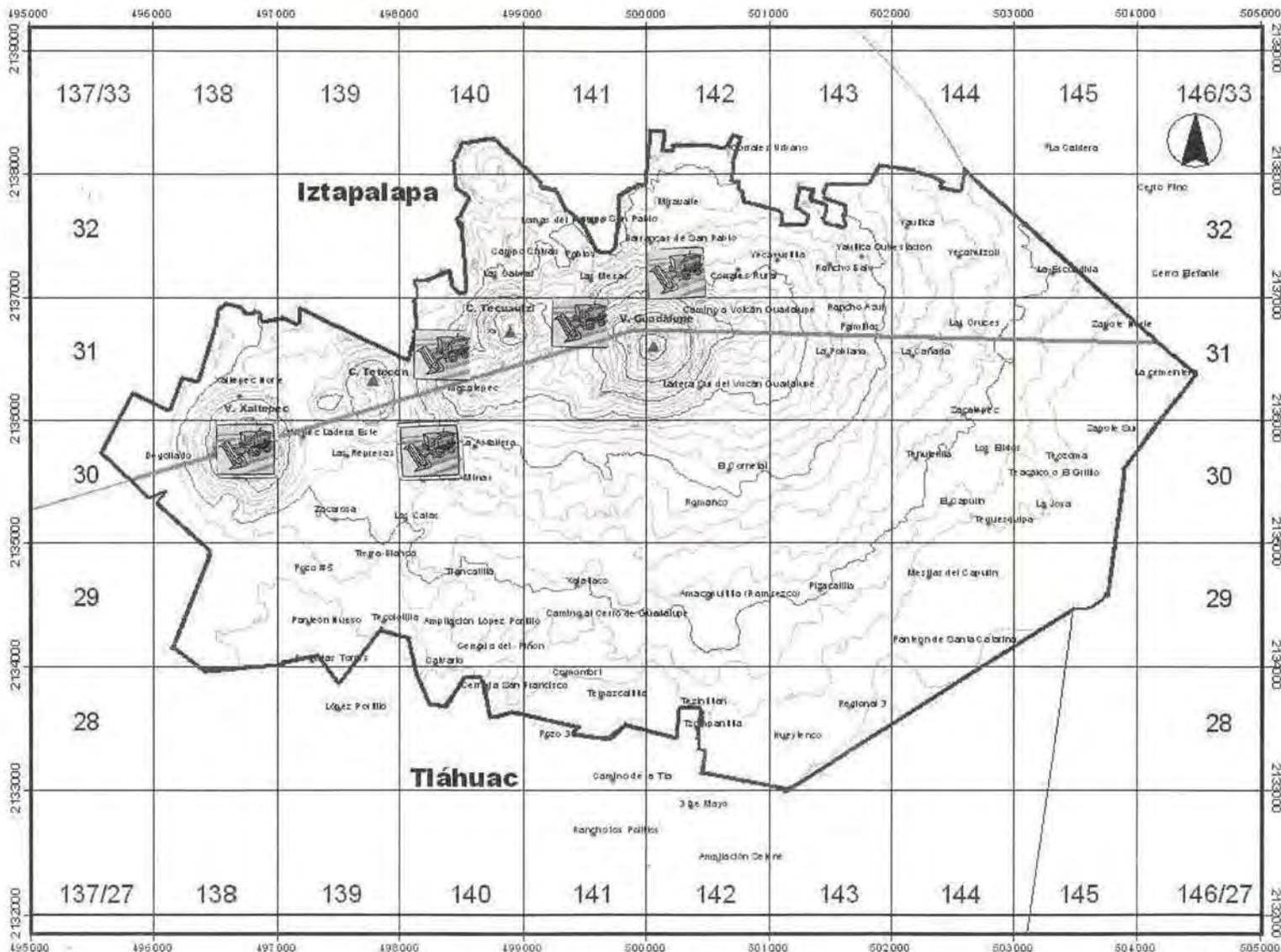
- Límite Sierra
- Límite Delegacional
- Cuadrantes
- Curvas de Nivel**
- Maestras a cada 100 m
- Secundarias a cada 20 m
- Elevaciones
- Parajes
- Mapa 4: Áreas con mayor incidencia de incendios forestales anuales reportados

Escala: 1:50,000  
 Proyección: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Fecha: 2005

**SIERRA DE SANTA CATARINA**

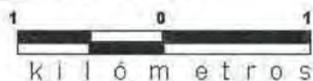
**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
 Secretaría del Medio Ambiente  
 Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Naturales  
 Dirección de Promoción y Difusión Técnica





**SIMBOLOGÍA**

- Límite Sierra
- Límite Delegacional
- Cuadrantes
- Curvas de Nivel**
- Maestras a cada 100 m
- Secundarias a cada 20 m
- Elevaciones
- Parajes
- Mapa 1: Área de localización de minas de extracción de material petreo en la sierra Santa Catarina.



Escala: 1:50,000  
 Proyección: Universal Transversa de Mercator  
 Datum: UTM a cada 1,000 m  
 Datum horizontal: Elipsoidal de 1927  
 Datum vertical: Nivel del mar

**SIERRA DE SANTA CATARINA**

**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
 Secretaría del Medio Ambiente  
 Dirección de Protección y Promoción de Recursos Naturales  
 Dirección de Protección de Recursos Naturales