

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
Z A R A G O Z A**

**PLAN DE MANEJO PARA EL PARQUE ESTATAL
TEOTENANANGO, TENANGO DEL VALLE, ESTADO DE
MÉXICO**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGO**

PRESENTA

AGUILAR MÉNDES MARTIN

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ELISEO CANTELLANO DE ROSAS

MÉXICO D.F.

SEPTIEMBRE 2005



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.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, por tener la dicha de realizar un sueño que culmina en realidad y en una satisfacción de orgullo de mis padres.

A mi madre Juanita Méndez Nuevo por el incondicional apoyo y la fe que siempre has tenido en mí, por el ejemplo de fortaleza y trabajo.

A mis hermanos: Fidel, Margarita, Jesús, Julia, Ma. Eugenia, Arelí y Haydee los cuales me apoyaron incondicionalmente y estuvieron juntos a mí siempre o casi siempre.

De manera muy especial a mi hermana Juanita Aguilar como un testimonio de gratitud y eterno reconocimiento, por el apoyo que siempre me brindo y con el cual he logrado terminar mi carrera profesional, siendo para mí, la mejor de las herencias.

Para alguien sumamente especial Carmen Magaña que hizo que nuevamente me tuviera confianza en lo que realizo y que nunca baje los brazos para seguir luchando por lo que uno quiere y en base a esa lucha poder cumplir todos los sueños.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y sus profesores por haberme formado profesionalmente.

Al M. en C. Eliseo Cantellano de Rosas indiscutiblemente por ser mi tutor, por su amistad, aporte de conocimientos, por haber confiado en mí y por enseñarme como se hacen las cosas.

A los sinodales miembros del jurado: Dr. Arcadio Monroy Ata, Dr. Alfredo Bueno Hernández, M. en C. Efraín Ángeles Cervantes y al M. en C. David Nahum Espinosa Organista, por sus críticas y correcciones para mejorar esta tesis.

A la Biól. Maricela Arteaga Mejía, Jefa de la carrera de Biología, por su gran apoyo para el desarrollo y consumación del presente trabajo.

A la Dra. Elsa Correa Muñoz por el apoyo incondicional y porque nunca dudo de mi capacidad para hacer las cosas, gracias por ser un ejemplo a seguir.

Un agradecimiento muy especial al equipo GIS por su ayuda al trabajo de campo y por enseñarme que la vida también debe disfrutarse con alegría Natalia, Nayeli, Ma. Beatriz y Rodrigo.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	IV
RESUMEN.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	1
3. MARCO TEÓRICO.....	2
3.1 Área natural Protegida.....	2
3.2 Planeación y manejo.....	4
3.3 Programa nacional de medio ambiente y recursos naturales 2001-2006...	9
3.4 Fotointerpretación.....	12
3.5 Modelos de Decisión.....	17
4. OBJETIVOS.....	20
5. MÉTODO Y MATERIALES.....	21
5.1 Método.....	22
5.2 Área de estudio.....	24
5.3 Materiales.....	28
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
6.1 Facetas.....	29
6.2 Unidades ecológicas.....	30
6.3 Análisis de decisión.....	33
6.4 Zonificación.....	37
6.5 Programa de manejo.....	45
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
8. LITERATURA CITADA.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categoría de las Áreas Naturales Protegidas.....	3
Cuadro 2. Criterios para delimitar mapa de unidades ecológicas.....	16
Cuadro 3. Descripción de las facetas.....	30
Cuadro 4. Unidades ecológicas (grupos).....	30
Cuadro 5. Afectación de las variables a las unidades de manejo (usos).....	35
Cuadro 6. Usos y clasificación.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del Límite de Cambio Aceptable (LAC).....	6
Figura 2. Localización de la zona de estudio.....	24
Figura 3. Sistema de clasificación del tipo Bray-Curtis (dendograma).....	29
Figura 4. Mapa de Unidades Ecológicas del Parque Estatal Teotenango.....	32
Figura 5. Árbol jerárquico de decisiones.....	34
Figura 6. Gráfica de uso agroforestal.....	38
Figura 7. Mapa de Usos de Suelo del Parque Estatal Teotenango.....	39
Figura 8. Gráfica de uso de conservación.....	40
Figura 9. Gráfica de cultivo de temporal.....	40
Figura 10. Gráfica de uso de recuperación.....	41
Figura 11. Gráfica de uso extensivo.....	41
Figura 12. Gráfica de uso intensivo.....	42

RESUMEN

La presencia y extensión de las áreas conservadas y degradadas en un Área Natural Protegida, como la ubicada en el Parque Estatal Teotenango, están determinadas por los cambios de uso del suelo y los procesos ecológicos correspondientes. Por ello, se requiere realizar estudios para generar recomendaciones para un mejor manejo de los recursos naturales.

El presente trabajo desarrolla una propuesta de zonificación para conocer las diferentes unidades de uso, definiendo criterios como: cobertura arbórea, cobertura herbácea, topografía, pendiente, erosión, ruinas, accesos y servicios. La integración de facetas se realizó mediante un análisis de clasificación de clasificación del tipo Bray-Curtis de enlace completo, se formaron dos grupos con una similitud cercana al 45% y antes del 70%, se subdividen en ocho subgrupos.

Los criterios de zonificación se aplicaron mediante un programa de análisis multicriterio Criterium Decisión Plus (CDP), para delimitar las siguientes zonas de uso: conservación, recuperación, uso intensivo, uso extensivo, cultivo de temporal, uso intensivo y agroforestal, captación hídrica y agroforestal.

la propuesta de manejo consta de tres áreas prioritarias de acción: manejo y protección de los recursos naturales, uso por parte del público y la operación en general del área y se subdivide en cinco subprogramas que son:

1. Subprograma de protección.
2. Subprograma de investigación.
3. Subprograma de manejo de recursos naturales.
4. Subprograma de recreación, turismo y educación ambiental.
5. Subprograma de operación.

Por lo anterior, se concluye que el Parque Estatal Teotenango se encuentra con un deterioro natural y antropogénico, el adoptar el ecoturismo como una forma de aprovechar los recursos para seguirlos preservando y se recomienda que:

Se recomienda realizar una delimitación precisa del área para disminuir las presiones que ejercen los centros de población, así como incorporar criterios ambientales en el desarrollo urbano de la zona aledaña.

1. INTRODUCCIÓN

México cuenta con un enorme patrimonio cultural y natural, sobresaliendo la variedad de culturas prehispánicas, sitios arqueológicos y paisajes naturales. Este último no ha sido aprovechado eficientemente, a pesar de la estratégica posición geográfica que tiene nuestro país, como es el situarse entre las zonas Neártica y Neotropical (Flores, 1997). Sin embargo, la biodiversidad sólo puede ser conservada si se ofrecen alternativas viables en la utilización de los recursos naturales. La población Mexicana, como dueña de los recursos debe obtener los beneficios de dicho aprovechamiento, sin embargo para esto es necesario realizar estudios y propuestas que contemplen los planes y estrategias, donde se incluyan los lineamientos que salvaguarden el potencial de los recursos naturales (Benítez et al., 1998 y García, 2000).

Recientemente el concepto de ecoturismo ha emergido como una opción tanto para conservar el patrimonio natural y cultural, como para promover un desarrollo sustentable. El modelo de sol y playa, que prevaleció durante mucho tiempo alrededor del mundo, está siendo rebasado por otras prácticas de viaje, más activas por parte del turista y con una mayor responsabilidad a la naturaleza las cuales presentan un mayor respeto al ambiente. Que el turismo tradicional muchas agrupaciones interesadas en la conservación de la naturaleza como son las organizaciones no gubernamentales (ONG's) nacionales e internacionales, así como empresas particulares se encuentran involucradas activamente en la difusión de este tipo de turismo ambientalmente responsable. Esta actividad se vincula con las áreas naturales, requiere de un enfoque multidisciplinario, una cuidadosa planeación física y administrativa, con pautas y reglamentos que garanticen una operación sustentable (Aguilar, 2001).

La zonificación es un instrumento de la planeación cuyo objetivo es inducir y regular el uso del suelo y las actividades productivas, que legitime y posibilite la instrumentación de acciones con el fin de lograr la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, minimizando su deterioro a través de sistemas productivos adecuados (Camarillo et. al., 1991).

2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del presente trabajo tiene la justificación de convertirse en una aportación de los elementos necesarios para conformar e integrar las estrategias y acciones que permitan la conservación, el uso y el aprovechamiento integral de los recursos naturales para contribuir al desarrollo armónico y sustentable con las personas que habitan este parque y su área de influencia.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Áreas naturales protegidas

Antecedentes

El mantenimiento y desarrollo del hábitat en estado natural o seminatural requiere que algunas áreas sean mantenidas sin intervención humana. La calidad del agua, el mantenimiento del material genético, la protección de áreas escénicas y estéticas y la oportunidad de disfrutar y apreciar la herencia natural, depende tanto de la conservación de áreas naturales como del manejo adecuado de las áreas ya transformadas por el hombre.

En todo el mundo se han registrado evidencias de que desde épocas muy remotas el ser humano dedicó áreas especiales para el reposo, la recreación y el contacto con la naturaleza. En sus inicios, el hombre debió vivir en estrecha relación con el medio y posiblemente no requirió de zonas especiales como los jardines o parques, pero a medida que se fue socializando y separando con la naturaleza que lo rodeaba, buscó sitios de esparcimiento. Posiblemente las primeras áreas naturales protegidas se originaron como jardines o cotos de caza, quizá muchos de éstos no fueron diseñados y construidos con este fin (Bojórquez y Flores, 1991).

En México en el año 2000 es creada la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como órgano desconcentrado de la ahora Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con los retos de consolidación e institucionalización que el rápido crecimiento le impone.

El propósito de las ANP es el de mantener la estructura y los procesos ecológicos que permitan una calidad ambiental adecuada y, consecuentemente, un mejor nivel de vida (Allen y Starr, 1982). La misma Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo tercero fracción II define a las áreas naturales protegidas como:

“Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen previsto a la presente ley “.

En términos biológicos las ANP preservan ecosistemas y con ellos, los distintos niveles de la jerarquía ecológica, a diferencia de la protección de especies individuales que era la forma en que hace algunos años se hacía la conservación biológica. Actualmente también se ha tratado de justificar la propuesta de conservación de algunas áreas por la presencia de especies de gran importancia (por su grado de endemismo o el riesgo de extinción), aunque el propósito, en muchas ocasiones, es el de utilizarlas como especies sombrilla. La idea es conservar el ambiente natural de una especie como si fuera una sombrilla de protección para otras que habitan en la misma localidad y de esta forma proteger el conjunto de la riqueza biológica local y la preservación de la riqueza cultural (Ordóñez, 1995).

Brañez (1994), define las áreas naturales protegidas como: “Aquellas áreas que, constituyen porciones de nuestro planeta, terrestres y acuáticas, en donde el ambiente original

no ha sido esencialmente alterado por el hombre y que están sujetas a un régimen especial de protección”.

Situación actual

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 150 Áreas Naturales de carácter federal que representan más de 17.8 millones de hectáreas, de las cuales el 75.9% corresponde a superficie terrestre y el 24.1% a marina (estos fueron calculados conforme a la superficie terrestre del territorio nacional y la del mar patrimonial). En conjunto representan el 8.5% de la superficie total del país, acercándose al estándar Mundial que establece como mínimo el 10%, bajo estatus de protección, distribuidas en las siguientes categorías (ver cuadro 1).

Cuadro 1.
Categorías de las Áreas Naturales Protegidas

NÚM.	CATEGORÍAS	SUPERFICIE (MILES HECTÁREAS)
34	Reservas de la biosfera	10,479,534
65	Parques nacionales	1,397,163
4	Monumentos naturales	14,093
26	Áreas de protección de flora y fauna	5,371,930
2	Áreas de protección de recursos naturales	39,724
17	Santuarios	689
2	Otras categorías	553,094
Total 150	7	17,856,227

<http://www.edomexico.gob.mx/pontalgem/se/>

Los trabajos que se han realizado en los últimos diez años indican que se ha logrado una representatividad y complementariedad aceptable, la cual deberá ser estudiada de manera más amplia mediante una evaluación nacional que proponga una visión integrada en corredores y conectividad de las áreas de conservación en sus diversas modalidades, incluyendo aquellas de carácter local o privado, para dar un verdadero carácter sistémico a las áreas prioritarias.

Al integrarse los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS), cuyo propósito de reducir la pobreza y marginación de comunidades rurales e indígenas, y conjuntarse con las ANP, se constituyen las regiones prioritarias para la conservación (RPC), con la distinción de que en las primeras se aplican diversas modalidades de conservación, y las segundas cuentan con un decreto de protección y programa de manejo. Hasta el momento se tienen indicadores cuantitativos que, si bien han servido para mostrar el gran avance de los últimos años, no ofrecen una idea clara del valor agregado de las acciones de conservación en las ANP. Por ello, es importante contar con un sistema de evaluación permanente que permita obtener una visión clara del impacto de éstas y del estado de conservación de los ecosistemas en una escala temporal. Aunado a lo anterior, las RPC deben ofrecer un significado especial para todos aquellos pobladores locales al ver mejoras de la calidad de vida. Actualmente existen comunidades o poblaciones locales que se han visto afectadas negativamente por el establecimiento de éstas, ya que se restringe el desarrollo de actividades económicas. Es de

suma importancia que las poblaciones locales reconozcan las ventajas de vivir en una ANP y participen directamente en el manejo integral de la misma (www.ine.gob 1999).

Estado de México

El estado de México cuenta con 60 Áreas Naturales Protegidas, lo que la convierte en la entidad con mayor número de ellas en el país, las cuales suman un total de 473,978 ha que representan el 21.6% del territorio estatal. El 3 de agosto de 1978 fue creada la CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna), por acuerdo del ejecutivo del estado, publicada en la gaceta de gobierno el 30 de marzo de 1992, la cual quedó adscrita a la Secretaría de Ecología. Cabe destacar que en el momento de su creación, la CEPANAF fue la primera instancia estatal dedicada a la conservación de los parques naturales y de la fauna. Sin embargo existe un conjunto de parques cuya definición jurídica y de manejo requiere ser atendida con prioridad, este es el caso de nueve áreas del sistema, con una superficie de 778 ha no cuentan con decreto y de las 18 áreas más con una superficie de 168,296 ha que requieren ser administradas.

Existen situaciones más complejas con la sobreposición de decretos, indefinición de límites, problemas de tenencia de tierra e invasiones que requiera una atención interinstitucional que involucre la participación de la sociedad en la protección y vigilancia de las ANP.

En el Inventario Nacional Forestal establece que la superficie forestal del Estado de México es de 894,613 ha, por lo que considerando que la mayoría de las ANP se localizan en áreas forestales, se deduce que en ellas se distribuyen 12 tipos de ecosistemas, en donde habitan aproximadamente 2,048 especies de fauna silvestre.

Administración

De las 60 Áreas Naturales Protegidas que existen en el Estado de México, 13 son administradas por la CEPANAF, 12 por ayuntamientos, 10 por dependencias federales, estatales, organizaciones no gubernamentales y grupos sociales, en tanto 18 se encuentran sin operar.

El Parque Estatal Teotenango, fue decretado 20 de septiembre 1977 como parque natural de recreación popular que ocupa un área aproximada de 3,500.87 ha y está administrado por personal del poblado de Tenango del Valle (Gobierno del Estado de México, 1998).

3.2 Planeación y manejo

El hombre planea debido a que tiene la necesidad de conformar su propio destino. Esta necesidad, aunada a la habilidad del hombre para visualizar el futuro y la creencia de que puede tener un control efectivo sobre las situaciones es la razón fundamental para el que planea (Roberts, 1979).

La zonificación del suelo y agua para uso recreativos que lleva a cabo el Servicio Nacional Forestal en los parques de los Estados Unidos de Norte América, es de gran

importancia. En la actualidad, cada parque elabora un documento de planeación, el cual es evaluado cada dos años por las autoridades correspondientes. Este documento está formado por información acerca de los objetivos iniciales del parque, la condición de los recursos naturales existentes, el uso actual de tierras, el contexto regional y adyacente del suelo, los requerimientos legislativos y administrativos para la planeación, la influencia de los recursos en la experiencia de los visitantes, entre otros. Esta información es usada para identificar los mejores usos y los problemas que pueden surgir con la incorporación de la información adicional se establecen los objetivos finales del parque, los cuales son publicados en el plan de manejo (Zinzer, 1995).

Cada parque necesita desarrollar, reunir, analizar y levantar datos acerca de los recursos tanto naturales como culturales, su demografía regional, etnografía, y datos socioeconómicos relevantes para incorporarlos al plan de manejo. Estos datos sirven de información para formular propuestas, evaluar alternativas y tomar decisiones de planeación. La participación de la gente se puede desarrollar en trabajos, investigaciones, en sesiones de trabajo informales y en los comentarios que se piden por escrito.

Actualmente se han desarrollado diferentes metodologías en todo el mundo para establecer la zonificación de parques y elaborar los planes de manejo correspondientes. A continuación se enuncian algunos métodos utilizados para su establecimiento.

El Espectro de Oportunidades Recreativas (Recreation Opportunity Spectrum ROS, por sus siglas en inglés), fue implementado por el Servicio Forestal Estadounidense, este concepto está integrado y usado en la recreación al aire libre dentro de los planes de manejo. El objetivo básico de ROS es la planeación para proveer diversos esquemas de uso recreativo que satisfagan las preferencias de la gente en el presente y el futuro (Roger y Stankey, 1979).

Otra metodología alterna es la determinación de la capacidad de carga turística en un área protegida (metodología fundamentalmente de carácter cuantitativo), para determinar cuál es el límite máximo de visitantes que debe haber en determinado sitio durante un periodo específico de tiempo a fin de evitar deterioros ecológicos apreciables o disminución en el nivel de satisfacción del visitante. Sin embargo, se está popularizando cada vez más la metodología denominada Límite del Cambio Aceptable (por sus siglas en inglés limits of Acceptable Change LAC), desarrollada en Estados Unidos a mediados de los ochenta.

Los autores del LAC consideran que los métodos tradicionales para determinar la capacidad de carga son demasiado simples y no siempre corresponden a la realidad. Si un nivel específico de uso empieza a producir deterioros ambientales apreciables o experiencias insatisfactorias para el turista, podría decirse que el área en cuestión está excediendo su capacidad de carga al superarse dicho nivel de uso. Sin embargo, los defensores de LAC argumentan que ni desde el punto de vista ecológico ni social se puede afirmar que hay una relación clara y directa entre uso e impacto. En algunos ambientes, incluso en niveles bajos de uso turístico pueden provocarse impactos sustanciales en la vegetación y los suelos, mientras que en otros sitios tales recursos son muy resistentes y flexibles (Hammit y Cole, 1987, Klomp y Luna, 1997). Algunas experiencias recreativas, como la búsqueda de la quietud y la sociedad o la observación de especies animales esquivas, son afectadas adversamente por incrementos en los niveles de uso, mientras que ciertas actividades más vinculadas con ejercicio físico o el turismo de aventura normalmente no lo son.

La metodología del LAC se basa en diez pasos o etapas desarrollada por Stankey (1985), como se muestra en la figura No.1. El proceso consta de una secuencia lógica de componentes que conduce al establecimiento de normas (o estándares) de esquemas ambientales y sociales para un rango de diferentes clases de oportunidades recreativas. El proceso también incorpora posibles alternativas para dividir un área natural en zonas conforme a propósitos de manejo, un inventario de condiciones y recursos, así como el reconocimiento de que algunos impactos son inevitables y en una gran diversidad de condiciones son necesarias para satisfacer el amplio espectro de necesidades de los usuarios. Está fuera de los alcances de este trabajo el tratar en mayor detalle la metodología del LAC, la cual se aplica en áreas protegidas o destinos ecoturísticos específicos.

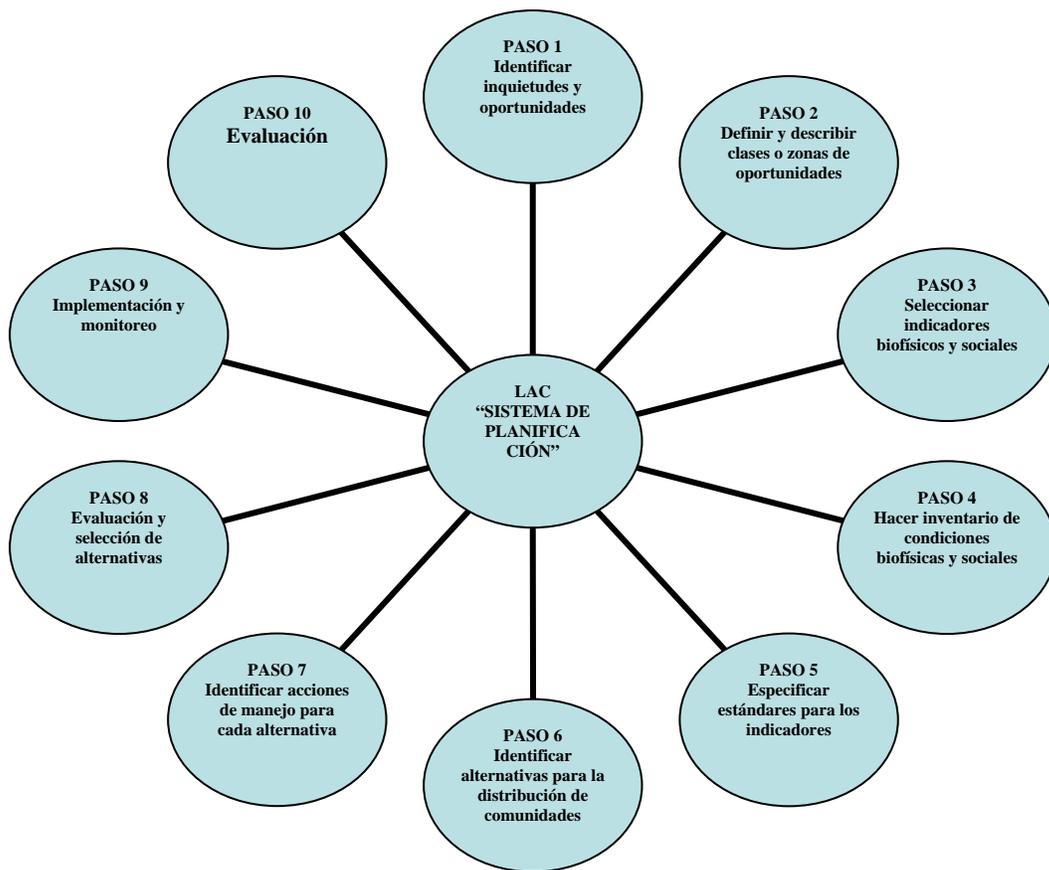


Figura 1.
Esquema de Límite de Cambio Aceptable (LAC)

No obstante que las normas de los límites de cambio aceptable tienen un alto grado de subjetividad, se basan en condiciones clasificadas para diferentes entornos sociales y ecológicos, apoyadas en la postulación de ofrecer diversas opciones tanto a la administración del parque como al público usuario. Al ofrecer diversas alternativas al público, el concepto parece ser muy defendible al surgir confrontaciones públicas en relación a decisiones administrativas en un área protegida. Lo importante es que el equipo de personas que determine

los LAC para áreas naturales específicas, puede involucrar en el proceso la participación de diferentes sectores: comunidades locales, operadores turísticos y ONG's, además de personal administrativo del área protegida en cuestión. Sólo así se podrá llegar a un proceso verdaderamente democrático y participativo.

En general, los planes de manejo recreativos están basados en el establecimiento bien definido de zonas para la recreación, donde se deberá designar las estrategias de usos y manejo acordes a la zona. Estas estrategias deben estar basadas en la evaluación de los estudios previamente elaborados de la zona. Como cada parque tiene diferentes propuestas y por lo tanto diferentes tipos de manejo, las actividades que se realicen en cada parque serán distintas, sin embargo, dentro de esta desigualdad se reconocen cuatro tipos de zonas: natural, cultural desarrollo recreativo y de uso especial.

Con respecto a México actualmente no existe una guía para la implementación y desarrollo de parque recreativos como es el caso de otros países. El proceso de selección de sitios en nuestro país se lleva a cabo de manera tal que se eligen las mejores zonas o las más conservadas para el desarrollo del ecoturismo dejando de lado la planeación (Moseley, 1978).

Manejo

La mayor parte de los planes de manejo que se desarrollan en México se practica en aquellas zonas o áreas que tienen condición oficial de protección. Algunos ejemplos de estos lugares son las Reservas de la Biosfera Vizcaíno, Alto Golfo de California, Pinacate, Gran Desierto de Altar y Michilía, en la parte norte de la república, en la región centro se encuentran las Áreas Naturales Protegidas Mariposa Monarca, El Chico, Cumbres de Ajusco e Izta-Popo, por nombrar algunos ejemplos. En el sur las Reservas de la Biosfera de Sian Ka'an, Calakmul, Montes Azules, Pantanos de Centla y el Triunfo, entre muchos más que se encuentran dentro de esta zona privilegiada por la naturaleza (Ceballos-Lascuráin, 1998).

México es un país que posee un enorme patrimonio tanto natural como cultural, el cual debe ser conservado para generaciones posteriores que puede constituirse, a través de su aprovechamiento racional y sostenido, en un importante factor de desarrollo socioeconómico a los niveles local, regional y nacional. Por otra parte, México tiene una gran tradición turística y, en general, una buena infraestructura turística y de comunicaciones.

Ejemplo:

A continuación se describe de forma breve el programa de manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (SEMARNAT, 2000).

La presentación de los componentes y subcomponentes está estructurada señalando los objetivos y acciones a realizar en un plazo específico, correspondiendo al corto plazo el periodo comprendido de uno a tres años, el mediano plazo al periodo de cuatro a seis años y el largo plazo corresponderá al periodo de siete a nueve años, a partir de la publicación oficial del presente programa de manejo.

Las acciones que se presentan fueron establecidas tomando en cuenta las experiencias generadas en América Latina para el manejo de áreas naturales protegidas así como la actividad directa y se encuentra contenida dentro de este programa de manejo:

- Componente de Conservación y manejo.
- Componente de investigación y monitoreo.
- Componente de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y uso público.
- Componente de educación ambiental, divulgación y capacitación.
- Componente de marco jurídico.
- Componente de administración.

3.3 Programa nacional de medio ambiente y recursos naturales 2001-2006

El país enfrenta una severa degradación y sobreexplotación de los recursos naturales como herencia ambiental del siglo XX. Esta situación demanda un cambio sustantivo de la política ambiental del país.

La nueva política ambiental de México es consistente con los grandes lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y constituye la expresión sectorial la sustentabilidad que se reconoce como principio fundamental de la estrategia nacional de desarrollo. De igual manera, la nueva política ambiental de México está alineada al objetivo de la Comisión de Desarrollo Social y Humano del PND en el que se postula la cultura de cuidado al medio ambiente, para no comprometer el futuro de las nuevas generaciones. La nueva política ambiental además se fundamenta en el objetivo de la comisión con crecimiento con calidad del PND que postula que el estado debe crear las condiciones para un desarrollo sustentable que asegure la calidad del medio ambiente y la disponibilidad de los recursos naturales en el largo plazo (SEMARNAT, 2001).

La nueva política ambiental de México está basada en seis pilares principales:

- Integridad
- Compromiso de los sectores del Gobierno Federal
- Nueva gestión
- Valoración de los recursos naturales
- El Estado debe crear las condiciones para un desarrollo sustentable
- Participación social y rendición de cuentas

La nueva política ambiental va más allá de un enfoque puramente ecológico y considera que los recursos naturales deben ser manejados en forma conjunta y no aislada. Incorpora las implicaciones sociales y económicas del manejo de los recursos. Para lograr el manejo integral de los recursos naturales del territorio se adoptará un enfoque integral de cuencas donde se tomarán en cuenta las interrelaciones que existen entre agua, aire, suelo, recursos forestales y los componentes de la diversidad biológica.

Uno de los grandes retos del tema ambiental es la selección adecuada de la unidad de planeación y gestión para el manejo de los recursos naturales, hasta ahora se han utilizado cinco tipos de unidades:

- Unidades derivadas de la división política del territorio
- Unidad administrativa
- Cuencas hidrológicas
- Unidades derivadas de criterios ecológicos
- Unidades que mezclan dos o más de los criterios anteriores

Las unidades derivadas de divisiones políticas se han establecido para delimitar la frontera que existe entre dos territorios o estados. Este tipo de unidad ha sido utilizado frecuentemente porque es fácil identificar en donde empieza y en donde acaba una identidad política, sin embargo, su uso tiene serios inconvenientes para el medio ambiente, ya que los recursos naturales no reconocen fronteras políticas para su ubicación y funcionamiento.

Las unidades administrativas son aquellas que se delinearán en función de una serie de actividades económicas y sociales comunes. Por ejemplo, los distritos de riego dentro de los municipios. Estas unidades pueden estar dentro de una unidad política o abarcar a varias de ellas.

Las cuencas hidrológicas son aquellas que se derivan de la superficie de captación pluvial que define los grandes ríos. Estas unidades normalmente cruzan entidades políticas y administrativas. Su gestión y administración considera principalmente lo que ocurre a los recursos hídricos, pero no necesariamente contempla otros recursos como la biodiversidad y a la actividad socio-económica relacionada directa o indirectamente con los ríos.

Las unidades derivadas de criterios ecológicos son las que incluyen un espacio físico donde existe uno o varios tipos relevantes de diversidad biológica o donde se decide establecer un área natural específica para protegerla. Estas unidades pueden estar dentro de una o más unidades políticas, dentro de unidades administrativas y contener total o parcialmente una o más cuencas hidrológicas. Ejemplo de estas unidades son las áreas naturales protegidas (ANP) y el Corredor Biológico Mesoamericano.

El énfasis que se viene dando al tratamiento del tema ambiental en México, orientado principalmente a la protección y conservación de los recursos naturales resulta insuficiente para enfrentar los desafíos ambientales del siglo XXI. Con el nuevo énfasis para responder a la crisis ambiental permanente que enfrenta el país desde mediados del siglo pasado se plantean cuatro vertientes de acción:

A. Detener todos los procesos y acciones que están contribuyendo a degradar al medio ambiente y agotar la riqueza del país.

B. Revertir las tasas de degradación ambiental y agotamiento de recursos para que, en el más breve plazo posible ésta sea mínimo y eventualmente nulo.

C. Comenzar cuanto antes a restaurar aquellos ecosistemas que han sido severamente dañados e inhabilitados desde el punto de vista ambiental.

D. Adoptar un tratamiento del tema del medio ambiente más amplio que no sólo considere los aspectos puramente ecológicos sino que tome en cuenta la sustentabilidad.

Esto quiere decir que las acciones y programas que se lleven a cabo en cuanto al uso de los recursos naturales y del medio ambiente, tendrán siempre que optimizar las tres variables: ecológica, económica y social.

Congruentes con las propuestas y demandas que expresó la sociedad mexicana, en las consultas públicas, durante los procesos de formulación de este programa nacional, las vertientes de acción las agrupamos en cuatro programas estratégicos.

Programa estratégico 1

Detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostiene la vida (agua, aire y suelos)

Objetivos

- *Detener y revertir la contaminación de los recursos agua, aire y suelo con el propósito de garantizar su conservación para las generaciones futuras.
- *Asegurar el manejo integral del agua, aire y suelo.
- *Asegurar el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos ambientales.
- *Recupera cauces de ríos, lagos, cuencas hidrológicas y mantos acuíferos de fuentes de contaminación.
- *Asumir la cultura de la infiltración y la retención de las aguas de lluvia.
- *Recuperar y reutilizar aguas residuales para usos agrícolas.

Programa estratégico 2

Detener y revertir la pérdida de capital natural.

Objetivos

- *Detener y revertir la degradación de los recursos naturales a fin de mantener las opciones derivadas de su aprovechamiento de las generaciones futuras.
- *Asegurar formas de aprovechamiento de los recursos naturales que incorporen procesos para su conservación, protección y desarrollo.
- *Asegurar la participación responsable, activa e informada de los grupos sociales e individuos en la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente.

Programa estratégico 3

Conservar los ecosistemas y la biodiversidad.

Objetivos

- *Consolidar e integrar instrumentos y mecanismos para la conservación de la biodiversidad.
- *Asegurar la participación responsable de todos los sectores sociales en acciones para la conservación de la biodiversidad.
- *Asegurar formas de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y los servicios ambientales que garanticen la sobre vivencia de las especies, su diversidad genética y la conservación de los ecosistemas y sus procesos ecológicos inherentes.

Programa estratégico 4

Promover el desarrollo sustentable

Objetivos

- *Incorporar la variable ambiental en la toma de decisiones políticas, económicas y sociales en todos los órdenes del gobierno, sectores económicos y sociedad.
- *Fortalecer el federalismo y asegurar la atención integral de los asuntos ambientales con la participación de los actores locales.
- *Asegurar el cumplimiento cabal de las disposiciones legales en materia ambiental, involucrando a la sociedad en su comprensión y observancia.

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006, servirá de guía a nuestra función pública, que permita coordinar esfuerzos con otros sectores gubernamentales, con la iniciativa privada y con las organizaciones sociales. No se pretenden soluciones a corto plazo, pero buscamos detener y revertir las tendencias actuales en problemas ambientales cruciales. El cuidado y manejo del agua, de los bosques y la biodiversidad, detener el deterioro ambiental y promover efectivamente el desarrollo sustentable serán las tareas en que centramos nuestro esfuerzo y para llevarlas a cabo, creamos alianzas estratégicas a nivel nacional e internacional. En otras áreas que requieren atención en el campo ambiental que interactúen más directamente con las localidades, regiones o sectores específicos; promover y facilitar la acción descentralizada y de grupos sociales diversos, dentro del marco normativo ambiental adecuado.

La integración de la política ambiental y el tratamiento integral de cada uno de los problemas ecológicos, es nuestra única garantía de lograr cambios profundos a nivel de política de los Estados y de comportamiento social. En todos los casos, las perspectivas de futuro dependen de lo que emprendamos y logremos en el presente. Recuperar y preservar la salud y belleza de nuestras riquezas naturales, vivir en un ambiente limpio y construir un desarrollo sustentable y justo son aspiraciones para el mañana, que sólo se alcanzara trabajando hoy (SEMARNAP-SECTUR, 1997).

3.4 Fotointerpretación

El diagnóstico de recursos naturales requiere de métodos prácticos que permitan abarcar grandes áreas con menor costo. El levantamiento fisiográfico corresponde al enfoque morfológico y la fotointerpretación aérea es la principal herramienta de trabajo. Por esa razón resulta conveniente hacer una revisión sobre las características generales de las fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Tipos de fotografías aéreas

Una fotografía aérea representa un registro instantáneo de los detalles de un terreno. Es una vista en perspectiva de un área, no exhibe una escala verdadera, o sea, no se puede medir distancias en forma precisa en una dirección. Esto se debe a que los efectos de distorsión de la perspectiva, se suman a los accidentes de la forma del terreno y los errores inherentes a la propia fotografía.

Escalas

Una escala es simplemente una relación entre dos números, como: 1: 100 o 1: 40,000. En donde el primer número representa una longitud media sobre un plano, mapa o fotografía, y el segundo en su equivalencia medida sobre el terreno. Así por ejemplo, una escala 1: 50,000 significa que 1 cm sobre la foto es igual 50,000 sobre el terreno.

La escala media de una fotografía aérea está determinada por la altura del vuelo, si una zona es estudiada por dos personas con fotografías aéreas de diferentes escalas, supongamos 1:20,000 y 1:7,000 se observarán mucho más detalles con la segunda que con la primera (el tamaño de los objetos es mayor a medida que el segundo número de la escala es menor).

Métodos de interpretación de fotografías aéreas

Christian y Stewar (1968) indican que existen tres métodos principales de fotointerpretación que se emplean en la clasificación de tierras, las cuales son:

1. Identificación directa
2. Interpretación asociativa y
3. Interpretación deductiva.

1) Identificación directa

En la identificación directa los objetos pueden observarse con suficiente detalle para permitir su reconocimiento. Los ejemplos más típicos son las carreteras, vías de ferrocarril, presas y cursos de drenaje natural. También la forma de las tierras, a menos que estén cubiertas por vegetación, puede ser observada, medida cuantitativamente o descrita cualitativamente.

2) Interpretación asociativa

La interpretación asociativa consiste en el establecimiento de correlaciones, a partir del trabajo de campo o información colectada, entre las características visibles sobre las fotografías aéreas y las características del terreno que nos interesan para el estudio. Este tipo de interpretación puede ser aplicado en áreas no examinadas sobre el terreno provistas de una situación climática, geomorfológico y geológica, comparable con otras y si las correlaciones son lo suficientemente consistentes pueden, incluso elaborarse claves.

3) Interpretación deductiva

Muchas veces a partir de características que son identificadas sobre las fotografías aéreas, se hacen deducciones acerca de la naturaleza de otras características que no pueden ser interpretadas directamente. Tal es el caso de la foto geología. En donde a partir de la forma del paisaje y sus patrones de drenaje se interpreta la estructura geológica y la litológica.

Bourne (1931), Heath (1956) y Buringh et al. (1962), reconocen que la interpretación analítica de las diferentes características de los sitio de estudio la cual nos lleva al establecimiento de una hipótesis. Sin embargo, esta metodología ayuda a la selección de sitios clave para examinarlos en campo, con los que es posible aceptar o modificar esta hipótesis.

Desde el punto de vista del uso recreativo de las Áreas Naturales Protegidas se requiere precisar los tipos de criterios para delimitar un mapa de unidades ecológicas. A continuación se mencionan algunas de las características que se utilizaron para poder realizar esta determinación.

Accesos

Vía que se construyo para el transitar personas y animales para comunicar una o varias comunidades o poblados, a continuación sedara una breve explicación de los diferentes tipos de accesos que presenta el área de estudio.

Nulo: No presenta ningún tipo de acceso al área que se esta describiendo.

Veredas: Camino muy angosto, no mayor a un metro y medio de ancho

Empedrado: Camino donde se puede transitar en carreta, tiene una amplitud de hasta cuatro metros de ancho.

Asfalto: Camino donde se puede transitar en automóvil, cuenta ya con señalamientos.

Servicios

En términos generales, toda prestación destinada a satisfacer una necesidad colectiva de interés general, dependiendo del tipo de servicios que presenta cada una de las áreas del parque se clasifican como bajo, mediano y alto.

Bajo: No presenta ningún tipo de servicios.

Medio: Presenta únicamente acceso empedrado y señalamientos del parque.

Alto: Presenta servicios como: sanitarios, señalización del parque, venta de productos (comida y artesanías), estacionamiento y caseta de vigilancia.

Pendiente

Referir la longitud aproximada de la pendiente en metros y determinar el gradiente por medio de un clinómetro o midiendo la distancia entre las curvas de nivel en el mapa topográfico (en caso de microrelieve pronunciado este último método estará sujeto a error) (Siebe, 1996).

Cobertura arbórea y cobertura herbácea

Se refiere a la descripción de las plantas que se están desarrollando en el área estudiada, considerando los siguientes puntos:

Forma de vida. Se indica si las plantas son árboles, matorrales o hierbas.

Función. Este punto se refiere a si las plantas están siempre verdes o perennifolias, subperennifolias (del 25 al 50% de las especies tiran sus hojas), caducifolias (más del 50% de las especies tiran sus hojas) o sus tallos son carnosos (crasifolia).

Tamaño de las formas. Se indica en metros.

Forma y tamaño de la hoja. Se establece si es compuesta, laminar (ancha, mediana o pequeña), acicular (aguja), escamiforme, espinosa o afila (ausente).

Textura de la hoja. Se describe como pergaminosa, suave, membranosa, esclerofolia, coriácea o durifolia.

Cobertura: Se establece en los siguientes términos:

- Muy compacta de 200 a 500%.
- Compacta continua, de 100 a 200%.
- Abierta o discontinua, de 50 a 90%.
- Dispersa, de 5 a 50%.
- Muy dispersa o desierta, menos del 5%.

Además, si es posible, debe darse el nombre científico de la especie o en su defecto el nombre local; en la etapa de campo, generalmente se cuenta con ayudantes de la región que son muy eficientes en el conocimiento de las especies no cultivables (Siebe, 1996).

Erosión

Desde la perspectiva edafológica el suelo puede considerarse como un cuerpo que capta, almacena y proporciona agua a las plantas que en él se desarrollan. Si se observan evidencias de erosión acelerada o deposición de materiales como resultado de procesos erosivos (hídricos y eólicos) en el área inmediata al perfil estudiado, esto debe reportarse de acuerdo con lo siguiente:

El grado de la erosión ocurrida podrá a través de la comparación de sitios pertenecientes a la misma unidad de suelo carente de evidencias de erosión con aquellos que sí presentan; se utilizan los siguientes criterios para su clasificación (USDA, 1993):

Clase 1: Pérdida menor al 25% del espesor original del horizonte A o E, o de los primeros 20 cm en caso de que los horizontes A o E tengan un espesor menor que 20 cm. En la mayor parte del área, el espesor del horizonte superficial se encuentra dentro del intervalo normal de variabilidad de sitios no erosionados y sólo algunas zonas (menor al 20%) muestran diferencias apreciables en espesor.

Clase 2: Pérdida de 25 al 75% del espesor original del horizonte A o E, o de los primeros 20 cm en caso de que los horizontes A o E tengan un espesor menor que 20 cm. El horizonte superficial consiste de una mezcla del horizonte A o E original y los materiales subyacentes.

Clase 3: Pérdida mayor al 75% del espesor original del horizonte A o E, o del primeros 20 cm en caso de los horizontes A o E tengan un espesor menor que 20 cm. En la mayor parte del área ha quedado expuesto el material subyacente a los horizontes A o E originales o, en caso de que los horizontes A o E hayan sido de gran espesor, el horizonte superficial consiste de una mezcla de horizontes A o E original y los materiales subyacentes.

Clase 4: Pérdida total de los horizontes A o E originales, o de los primero 20 cm del suelo, en caso de que los horizontes A o E tengan un espesor menor que 20 cm y afectación de parte de los horizontes subyacentes. La mayor parte del área muestra un sistema de cárcavas muy desarrolladas.

A continuación se describe brevemente la nomenclatura de los horizontes A y E la cual se basa en la propuesta realizada por FAO (1988) y se agregaron algunos sufijos propuestos por el Soil Survey Manual (1993).

Los horizontes principales se designan con letras mayúsculas:

H Horizonte orgánico, producto de la acumulación de materia orgánica depositada en la superficie bajo condiciones de saturación de agua durante periodos largos (a menos que el sitio se encuentre drenado artificialmente); contiene más de 30% de materia orgánica, si sus contenidos de arcilla en la fracción mineral son mayores que el 60% o 20% de materia orgánica, si la fracción mineral no contiene arcilla o contenidos intermedios a los mencionados.

O Horizonte orgánico, producto de la acumulación de materiales orgánicos depositados en la superficie, que no se encuentran saturados con agua por periodos mayores a pocos días por año y que contienen mas de 35% de materia orgánica.

A Horizonte mineral de superficie que muestra una acumulación de materia orgánica humificada, o cuya morfología es producto de pedogénesis, pero sin las características de los horizontes E o B.

E Horizonte mineral que muestra una acumulación de partículas de las fracciones de limo y arena ricas en minerales resistentes, es el resultado de una eluviación de arcillas, hierro y aluminio o una combinación de estas.

B Horizonte mineral que carece de estructura rocosa (o por lo menos no es evidente) y que se caracteriza por una o más de las siguientes propiedades:

- 1) muestra una iluviación de arcillas, hierro, aluminio o humus, sola o en combinaciones;
- 2) tiene una concentración residual de sesquióxidos con relación al material parental,
- 3) muestra una alteración de las condiciones originales del material parental con respecto a que se forman neofORMACIONES de arcillas de arcillas y óxido de Fe y Al, además de formaciones de estructura granular, en bloque o prismáticas.

C Horizonte o capa mineral no consolidado, a expensas del cual se forman los horizontes A y B, y que carece de propiedades características de los demás horizontes principales.

R Roca consolidada subyacente.

Topografía

Es el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados).

Plano: Corresponde a terrenos con pendientes de nula a ligera (0-5%).

Ondulado: Consiste en terrenos de variación ligera en su pendiente (5-20%).

Accidentado: Son terrenos con pendientes pronunciadas con cañadas o barrancas y pendientes mayores al 50%.

Cuadro 2. Criterios para delimitar mapa en unidades ecológicas

ACCESOS	TIPO	DESCRIPCIÓN
CLAVE		
0	Nulo	No presenta ningún tipo de acceso al área que se está describiendo
1	Veredas	Camino muy angosto, no mayor a un metro y medio de ancho
2	Empedrado	Camino donde se puede transitar en carreta, tiene una amplitud de hasta cuatro metros de ancho
3	Asfalto	Camino donde se puede transitar en automóvil, cuenta ya con señalamientos
SERVICIOS		
1	Bajo	No presenta ningún tipo de servicio
2	Medio	Presenta únicamente acceso empedrado y señalamientos del parque
3	Alto	Presenta servicios como: sanitarios, señalización del parque, venta de productos (comida y artesanías), estacionamiento, y caseta de vigilancia
PENDIENTE		
0	Nula	Casi plano (0—2%)
1	Ligera	Ligeramente inclinado (2-4%)
2	Moderada	Moderadamente inclinado (4-9%)
3	Fuerte	Fuertemente inclinado (9-18%)
COBERTURA ÁRBOREA Y COBERTURA HERBÁCEA		
1	Nula	Muy dispersa o desierta, menos del 5%

2	Ligera	Dispersa, de 5 a 50%
3	Moderada	Abierta o discontinua, de 50 a 90%
4	Alta	Compacta continua, de 100 a 200%
EROSIÓN		
1	Nulo	Clase 1: pérdida menor 25% del espesor original del horizonte A o E
2	Ligero	Clase 2: pérdida del 25 a 75% del espesor original del horizonte A o E
3	Moderado	Clase 3: pérdida mayor 75% del espesor original del horizonte A o E
4	Alto	Clase 4: pérdida total de los horizontes A o E, la mayor parte del área muestra un sistema de cárcavas muy desarrolladas
TOPOGRAFÍA		
1	Plano	Corresponde a terrenos con pendiente de nula a ligera (0-5%)
2	Ondulado	Consiste en terrenos de variación ligera en su pendiente (5-20%)
3	Accidentado	Son terrenos con pendiente pronunciada con cañadas o barrancas y pendientes mayores al 50%

3.5 Modelo de Decisión

Concepto y Clasificación de los modelos de decisión

Los métodos de análisis multivariado son aquellos analizan la relación entre diversas variables independientes y al menos una dependiente. Son métodos más complejos que requieren el uso de computadoras para efectuar los cálculos necesarios (Hernández, 2003).

Generalidades

La teoría de la decisión realiza la construcción de modelos matemáticos que permitan adoptar las decisiones de un modelo lógico, asegurando que la decisión elegida nos lleve al objetivo previsto, simplificando las situaciones reales y adaptándoles un modelo matemático que refleje sus características principales.

Los elementos fundamentales de clasificación son:

- *Decisor. Individuo físico o jurídico.
- *Ambiente. Conjunto de circunstancias que influyen sobre el problema y que no pueden ser controladas por el decide, donde las alternativas son las diferentes posibilidades donde el individuo físico o jurídico realiza su elección.
- *Objetivos. Son los resultados que el individuo físico o jurídico pretende conseguir mediante sus acciones donde las consecuencias son las interacciones de una alternativa y un estado de la naturaleza.
- *Duración. Los procesos de decisión transcurren en un tiempo definido.

Los modelos de decisión pueden clasificarse de la siguiente manera:

I. Según el decisor. Que puede ser cualquier número de personas tanto físicas como jurídicas donde son:

- * Unipersonal.
- * n-personal.
 - n-moderadamente grande
 - n-prácticamente infinito

II. Según el Ambiente.

Certidumbre. Los estados son perfectamente conocidos.

Riesgo. Se conocen los estados según una ley de probabilidad.

Incertidumbre. Algún elemento del contexto es desconocido.

Total. No se conoce absolutamente nada

Parcial. Hay varias leyes de probabilidad

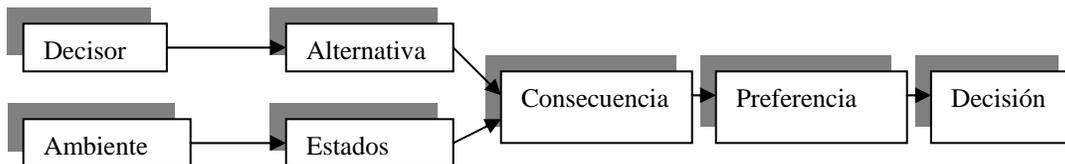
Concurrencia. Hay al menos dos personas con el mismo fin pero actuando separadamente

III. Según los objetivos.

a) Los objetivos son perfectamente conocidos.

b) Los objetivos no son perfectamente conocidos y por tanto impiden el conocimiento de la relación de la preferencia.

La secuencia lógica de un proceso de decisión puede representarse de la siguiente manera:



Descripción del Criterium Decisión Plus (CDP)

Planteamiento del problema

Consiste en definir las condiciones de un grupo representativo de presión y personas responsables de adoptar decisiones, además de identificar el mayor número posible de criterios relevantes y alternativas, de una manera sistemática. Es muy importante establecer un acuerdo sobre cuál debe ser el objetivo de decisión.

Desarrollar la jerarquía

En la jerarquía de decisión se identifican todas las relaciones que se requieran cuantificar. Su importancia radica principalmente en la discriminación de las alternativas y los criterios sobre el objetivo de decisión.

Los criterios y las alternativas

Se desarrolla la relación entre los criterios y sus relaciones, determinando su importancia (ponderación de los criterios), provee un ambiente de clasificación que permite añadir peso sobre la base de la información cuantitativa.

Revisión de resultados

Una vez que ha determinado la importancia de los criterios con respecto al objetivo de decisión, se calcula el puntaje total para cada alternativa. Se asignaran reglas las cuales se deben cumplir para ser considerado como soluciones legítimas.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

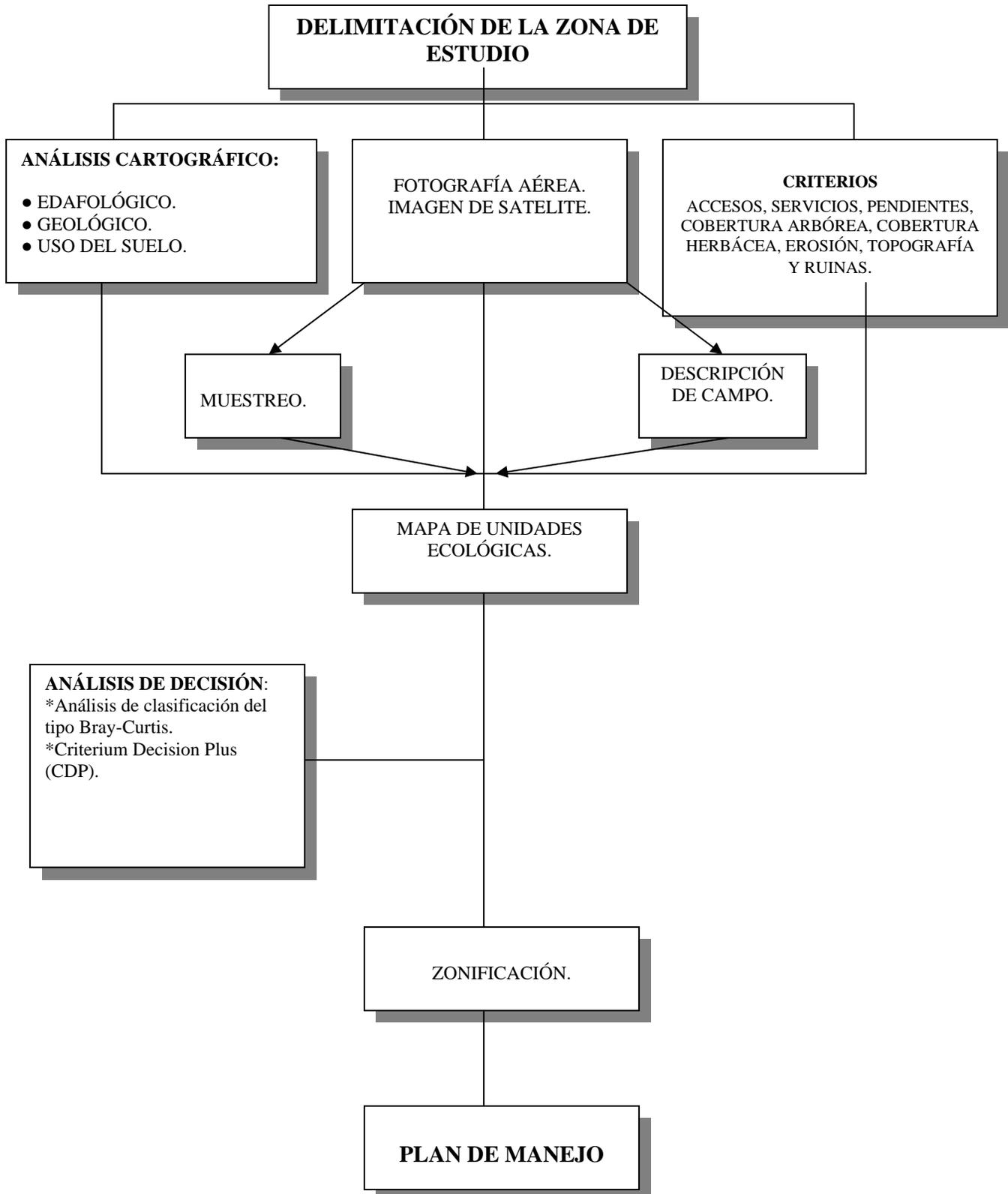
Proponer las bases de uso del suelo para el Plan de Manejo del Parque Estatal Teotenango, Tenango del Valle, Estado de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar las unidades ecológicas del Parque.
2. Realizar el diagnóstico ambiental de las condiciones actuales del área de estudio.
3. Proponer la zonificación del parque estatal, en función de la importancia de atributos biofísicos.
4. Proponer programas de manejo para el Parque.

5. MÉTODO Y MATERIALES

Diagrama de flujo



5.1 Método

Análisis cartográfico

La delimitación del área de estudio se realizó mediante la información cartográfica de la zona, partiendo de la carta topográfica del Estado de México E14-2, escala 1:250,000, y las cartas de uso de suelo, carta edafológica, carta geológica E14-A48 (Tenango de Arista, escala 1:50,000), el establecimiento de los límites de la zona de estudio fue a través de la fotografía aérea (vuelo del Estado de México escala 1:37,500 bloque 7-8, Tenango-Atzacmulco), junto con la imagen satelital de el Estado de México, ya que a partir de éstas se realizaron las digitalizaciones de los recursos en la zona.

Fotografía aérea e imagen de satélite

De la fotografía aérea y la imagen de satélite se trazaron facetas mediante la fotointerpretación estereoscópica y basándose en la metodología del levantamiento fisiográfico. Esta metodología se eligió por ser la que más ventajas proporciona al momento de hacer zonificaciones de grandes extensiones de terreno, ya que de esta manera se economizan recursos humanos y materiales, a la vez que permite hacer comparaciones y generalizaciones de las condiciones de las facetas a partir de los puntos de muestreo.

Se realizó una fotointerpretación preliminar de las fotografías satelital y fotografía aérea (Vuelo especial Estado de México, bloque Tenango-Atzacmulco, marzo 2000, escala 1:37 500), y la faceta se consideró como la unidad básica de clasificación consistente en una porción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca o depósito superficial y con suelo y régimen de humedad que son uniformes o varían en forma simple o consistente. En la fotointerpretación, se tomaron en cuenta los criterios propios del levantamiento fisiográfico: textura de las formas presentes en la fotografía, la tonalidad de los grises y el uso de suelo.

De esta manera, y con la ayuda de un método de clasificación tipo Bray-Curtis, se analizó la formación de grupos similares considerando los siguientes criterios: Accesos, servicios, pendientes, cobertura arbórea, cobertura herbácea, erosión, topografía y ruinas.

La metodología utilizada para la determinación de la pendiente, cobertura arbórea, cobertura herbácea y topografía, es la desarrollada por Siebe et al. (1996), en el Manual para la descripción, desarrollo y evaluación ecológica de suelos en el campo.

La metodología utilizada en la determinación de la erosión, accesos y servicios es la descrita en Soil Survey Manual (1993).

Muestreo

Ya trazadas las facetas preliminares en la fotografía aérea con apoyo de las cartas temáticas y topográfico, se digitalizó sobre la imagen de satélite. En los sitios de muestreo se trató que fueran representativos en términos generales de las condiciones físicas y biológicas de cada una de las facetas y para garantizar la precisión de los puntos de muestreo establecidos sobre la imagen de satélite, donde fueron digitalizados. De esta manera se pudo conocer la

ubicación geográfica de los mismos, por lo que con ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), fue posible localizar el sitio de muestreo en la zona de estudio, con una gran precisión gracias a que por medio de este procedimiento se pueden obtener las coordenadas geográficas, hecho que no es posible de obtener a partir de la fotointerpretación.

Descripción de campo

Con esta información, más las cartas temáticas y la imagen de satélite se realizaron los reconocimientos de campo, los cuales tuvieron la función de verificar los linderos propuestos para las facetas, conocer los tipos de comunidades vegetales y condiciones de sitios que forman patrones característicos en las fotografías aéreas, para poder hacer predicciones tanto de comunidades y de características generales del sitio como de las demás facetas en las que no se realizó ningún muestreo.

Entre la información recabada por estos muestreos están los de las comunidades arbórea, herbácea, características más relevantes del suelo, geoforma, microrelieve del terreno, así como el uso actual del suelo y el registro de las actividades antropogénicas (recreativas y de aprovechamiento) que se desarrollan en la zona de estudio. De esta forma se pudo obtener un diagnóstico general (Villagrán, 2003).

Mapa de unidades ecológicas

Una vez identificadas por medio de la fotointerpretación se digitalizaron. El SIG utilizado fue ArcView 3.2, la digitalización permitió la formación de polígonos en los que se determinaron y asignaron los valores del levantamiento fisiográfico, así como la composición y estructura vegetal. Esta digitalización se basó en una escala a nivel de Sistemas Terrestres y polígonos de menor tamaño, tomando en cuenta el Área Mínima Cartografiable, que para este caso fue de 0.25×0.25 cm², que desde el punto de vista de manejo ambiental es adecuada para el manejo de áreas forestales.

Análisis de decisión

Mediante la fotointerpretación se digitalizaron las facetas en el área de estudio y se empleó el programa, para la determinación del uso que tiene cada grupo (zonificación).

Zonificación

Haciendo un análisis integral de los diferentes datos generados en el diagnóstico se procede a llevar a cabo la zonificación interna de manejo del Parque, de acuerdo a los diferentes niveles de protección y uso adecuado de los recursos, tomando en consideración los siguientes usos: Extensivo, intensivo, recuperación, conservación, agroforestal, agricultura de temporal, zona arqueológica y captación hídrica.

Plan de manejo

Los criterios que se tomaron para la realización del plan de manejo están basados en la información obtenida en campo y la generada a través de los programas anteriormente descrito, los cuales nos muestran una representatividad de las condiciones presentes en cada una de las zonas de uso, generando de esta forma un plan de manejo para el Parque Estatal Teotenango.

5.2 Área de estudio

Tenango del Valle pertenece a la región 1-Toluca, este centro de población se localiza en la parte del sur del sistema urbano del Valle de Toluca-Lerma a 22 km de la capital del Estado. Se encuentra ubicado en las coordenadas 19°06'00" latitud norte, 99°35'15" longitud oeste.

El área de estudio pertenece a una formación del Cuaternario, conformada en su mayoría por rocas ígneas extrusivas (basaltos), limita al norte con el Municipio de Calimaya y Santa María Rayón; al sur con el de Villa Guerrero y Tenancingo; al oeste con el Municipio de Toluca, al este con Joquicingo y al noroeste con San Mateo Texcalyacac, cuenta con una superficie de 3500.87 ha., y se encuentra a una altura de 2,600 m. (ver figura 2)

Figura 2. Localización de la zona de estudio



Aspectos biofísicos

A partir de la cartografía temática de la zona y la documentación de la Secretaría de gobernación y Gobierno del Estado de México (1988), se pueden señalar las siguientes características:

Geología

La zona de estudio presenta dos diferentes tipos de rocas: ígneas del Terciario (tobas) y Cuaternario (andesitas, lavas y piroclastos, tales como cenizas y pumicita) que, se desarrollan en los aparatos volcánicos y laderas de la vertiente y rocas sedimentarias de origen lacustre, localizadas en la planicie acumulativa

La planicie acumulativa presenta rocas sedimentarias de origen lacustre y con materiales aluviales y coluviales transportados por acarreo hídrico y mecánico, provenientes de partes altas. Asimismo, se localizan ínter estratificaciones de materiales de origen ígneo como cenizas y arenas, entre otros. Teotenango presenta dos formaciones volcánicas independientes que han sido el resultado de diferentes eventos eruptivos; de tal forma y para fines prácticos se puede hablar de la colada lávica del Cerro Tetepelt, en cuyo extremo oriental se encuentra la

ciudad de Tenango, la zona arqueológica y la colada lávica que recibe el nombre local del Cerro el Pedregal.

En forma general, se trata de estructuras de lava sobrepuestas de andesitas basálticas, de fluidez escasa, responsable de las formas de acumulación convexa y lobulada en sus frentes, de enérgica pendiente, donde se presentan alturas hasta de 70 m con una pendiente mayor al 100%.

Hidrología

Pertenece a la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, donde corre el río Lerma, cuyo origen eran los manantiales que alimentaban la laguna de Almoloya, de carácter permanente y cuyo extremo sur llega aún a las poblaciones de San Pedro Techuchulco y Almoloya del Río. Esta laguna era la más alta de tres que, en escalones sucesivos, descienden hacia el norte del río Lerma. Las otras dos lagunas son de carácter temporal y son conocidas como Lagunas de Lerma y de San Bartolo; entre las tres constituían una amplia zona lacustre, la que presenta un avanzado proceso de senectud, fenómeno favorecido por dos factores: la explotación excesiva de mantos subterráneos, destinados tanto para el suministro de agua potable de la ciudad de México, como para la actividad industrial establecida en el Valle de Toluca y el descenso de la recarga hidrológica, como respuesta a la intensa deforestación de los bosques en la parte alta de la cuenca.

Las obras hidráulicas realizadas en la zona lacustre, incluyen el aprovechamiento de 32 manantiales y 129 pozos, destinados al abastecimiento de agua potable para la ciudad de México, afectando la dinámica hidrológica de las lagunas, convirtiendo el área en un conjunto de ciénegas unidas por un canal, considerando como el origen del colector general del río Lerma. La cuenca del Alto Lerma incluye 237 arroyos que descienden del volcán Nevado de Toluca, Sierra de las Cruces y el Ajusco, la mayoría de ellos son intermitentes y los de corriente permanente tienen dos destinos: uno son captados por obras de ingeniería hidráulica antes de llegar a la ciénega y el segundo forma los llamados resumideros como el Arroyo, la Cienega y el Zahuan, que vierten sus aguas en la planicie de inundación de Tenango.

Clima

El clima al que pertenece Tenango del Valle, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1986) es el siguiente:

C (W2): Templado subhúmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm, con un por ciento de lluvia invernal menor del 5 %, es el más húmedo de los templados subhúmedos. Se localiza en la mayor parte del área, abarcando zonas planas y abruptas, con una altitud menor de los 3,600 m.

Vegetación

La región se encuentra en zona templado-subhúmeda del país, la que comprende los principales sistemas montañosos de México, tales como la Sierra Madre Oriental, Occidental, del sur de Chiapas, Eje Neovolcánico Transversal, las montañas de Oaxaca y el macizo central de Chiapas. La vegetación típica de estos ecosistemas son los bosques de coníferas y encinos.

De estos bosques se obtiene la mayor parte de los productos maderables del país ya que se estima que aportan el 80% (Letona, 2001).

Debido a la geomorfología, gradiente altitudinal y a las condiciones climáticas imperantes, el área de estudio presenta una gran diversidad de comunidades vegetales. Parte de esta vegetación ha sido previamente descrita por, Madrigal (1969) y Rzedowski (1978). Las principales características de las comunidades vegetales más importantes se dan a continuación:

Bosque de encino

Este tipo de comunidad prospera entre los 2,350 a 3,100 m. Formando amplios bosque que colindan con pastizales inducidos y zonas de cultivo, en áreas donde la precipitación es de 700 a 1,200 mm. Por consiguiente ocupan hábitats similares a los bosques de pino y en muchas ocasiones forman asociaciones con ellos. En altitudes de 2,500 a 2,800 m. prospera el bosque de *Quercus rugosa* que puede presentar también individuos de *Pinus*, *Arbutus* y de otras especies de *Quercus*. Por encima de los 2,800 m se establece el bosque de *Quercus laurina*, que presenta hojas más delgadas, también se encuentran ejemplares de los géneros *Abies*, *Cupressus*, *Arbutus*, *Pinus* y otras especies de *Quercus*. En los niveles arbustivos y herbáceos existen en los encinares los siguientes géneros: *Baccharis*, *Castilleja*, *Desmodium*, *Eupatorium*, *Galium*, *Muhlenbergia*, *Salvia* y *Senecio*.

Bosque de pino

Se encuentra en altitudes que van de los 2,350 a 4,000 m. donde la precipitación anual es de 700 a 1,200 mm y la temperatura media anual es de 10 a 20 °C. Los pinares parecen tener preferencia por áreas cubiertas por rocas ígneas en estas condiciones climáticas producen suelos ácidos. Estos bosques varían en alturas desde unos cuantos metros hasta 30 o más. Se encuentran alrededor de las partes más altas de los cerros y ocupan una gran superficie dentro del área de estudio. Son varios los componentes arbustivos y herbáceos que en ellos se presentan, los más representativos son: *Archibaccharis*, *Bidens*, *Eryngium*, *Eupatorium*, *Festuca*, *Geranium*, *Lupinus*, *Ribes*, *Senecio*, *Salvia*, *Calamagostis* y *Muhlenbergia*.

Bosque de pino-encino

El bosque de pino-encino se localiza principalmente entre los 2,350 y 2,600 m. son bosques con árboles de 8 a 12 m. de alto, poco densos sobre suelos *andosoles*, Según el lugar, se presentan asociaciones de *Pinus leiophylla* y varias especies del género *Quercus* como: *Q. crassipes*, *Q. castanea* y *Q. rugosa*. Este tipo de vegetación se encuentra muy perturbado por actividades agrícolas.

Pastizal inducido

Los pastizales inducidos se establecen por un efecto consistente e intenso de disturbio que puede ser debido a la tala extensiva e intensiva, incendio o sobre pastoreo y pueden o no formar parte de una sucesión normal (Rzedowsky, 1978). Forman un completo mosaico sobre todo a bajas altitudes donde las tierras presentan poca pendiente, aunque actualmente han invadido paulatinamente áreas de mayor altitud sobre todo por el pastoreo de ganado caprino y ovino. Prosperan en sitios que ocupaban anteriormente bosques de *Pinus* y *Quercus*, en

altitudes a los 2800 m son muy semejantes a la composición al pastizal alpino y están formados principalmente por los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagostris*.

Tierras de cultivo

Bajo este nombre se engloban áreas con un elevado índice de perturbación donde la vegetación ha sido parcial o totalmente desplazada por cultivos de temporal (fríjol, papa, avena, trigo, col, coliflor, calabaza, chilacayote, espinacas, maíz, acelga, cebada y haba), cultivos de riego y cultivos agroforestales (especies forestales, cultivos agrícolas y frutales). Casi todos los terrenos de cultivo se han restringido a zonas con pendientes poco pronunciadas.

Suelos

Los tipos de suelos existentes en el área de estudio son cinco, y a continuación se describen cada uno de ellos con sus características principales:

Andosoles: del japonés *An*=oscuro y *Do*=suelo, connotativo de suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico y que por lo común tiene un horizonte superficial oscuro. Dos características importantes de estos suelos son su esponjosidad y alta porosidad, esas dos propiedades son atribuidas a la presencia de alofano, que es el producto principal de la hidrólisis.

Feozems: del griego *Phaios*=negrusco y de la palabra rusa *Zemlic*=tierra. Suelos que tienen un horizonte A mólico, carentes de un Horizonte cálcico, un horizonte gypico o concentraciones de cal suave pulverulenta dentro de los 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte B ócrico, sin salinidad elevada no presenta propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad.

Fluvisols: de la palabra latina *Fluvius*=río, connotativa de la planicies de inundación y los depósitos aluviales. Suelos desarrollados de depósitos aluviales recientes que no tienen más horizontes de diagnóstico (a menos que estén enterrados por 50 cm o más de material nuevo) que un horizonte A ócrico o úmbrico, un horizonte H hístico o un horizonte sulfúrico. De acuerdo con el uso de esta definición los depósitos aluviales recientes son sedimentos fluviales, marinos, lacustres o coluviales.

Litsoles: de la palabra griega *Lithos*=piedra, connotativa de suelos con roca dura a 10 cm de profundidad. Se presentan principalmente en zonas montañosas pero pueden existir en otras áreas como en superficies planas de rocas dejadas desnudas por el hielo.

Luvisols: de la palabra latina *Luo*=lavar, connotativa de la acumulación aluvial de arcilla, suelos de contenido de bases mediano a alto, con un horizonte arcilloso que evidencian un proceso continuo de lavado de bases (Fitzpatrick, 1985).

Infraestructura

Vías de acceso, localidades y ciudades importantes cercanas

El acceso que tiene Tenango, lo constituyen 2 vialidades regionales y una autopista estatal, que son: La carretera No. 55, Toluca-Ixtapan de la Sal que comunica a Tenango con

localidades tales como Santa María Rayón, San Antonio la Isla, Metepec y Tenancingo entre otros. La carretera estatal Tenango-La Marquesa que cuenta con cuatro carriles en total. Esta vialidad conecta al centro de población con Santiago Tianguistenco y con las carreteras México-Toluca y Santiago Tianguistenco-Cuernavaca, y la estatal Tenango-Ixtapan de la Sal la cual se encuentra en buenas condiciones para poder transitar, durante todo el año (Vargas, 1984).

Transporte

Los diferentes medios de transporte que utiliza la población son: el 69.23% utiliza el autobús, el 19.45% automóvil particular, el 9.5% el taxi y el 1.82% restante utilizan las bicicletas u otro tipo de transporte.

El transporte público ocasiona problemas viales, en virtud de que pocas vialidades cuentan con la capacidad suficiente para satisfacer el volumen y la dimensión de autobuses y taxis. Además de ello no existen paradas específicas de camiones, por lo cual van parando en cualquier lugar impidiendo la fluidez de los demás vehículos (SEMARNAP/INEGI 1998).

5.3 Materiales

Material cartográfico

- *Ortofotodigital E14A (Feb de 1999, INEGI). Escala 1:50,000
- *Modelo digital
- *Mapa temático y topográfico
- *Carta geográfica
- *Fotografía aérea (vuelo especial Estado de México, bloque Tenango-Atacomulco, marzo 2000, escala 1:37,500)

Material de campo

- *Brújula con clisímetro
- *Equipo de radiocomunicación
- *Cámara fotográfica
- *Cámara de video grabación
- *Sistema de geoposicionamiento global (GPS)
- *Binoculares
- *Guía de identificación taxonómica de las especies forestales de la zona
- *Altímetro

Equipo de cómputo

- *Una computadora
- *Procesador Pentium IV (400 MHZ)
- *64 Mb de memoria RAM
- *20 Gb de memoria de disco duro
- *Tarjeta de video

- *Lector de CD-ROM 48X
- *Sistema operativo Windows 2000
- *Impresora

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Facetas

El análisis de clasificación del tipo Bray-Curtis, formó cuatro grandes grupos en una similitud cercana al 45%. Antes del 70% se subdividen en ocho subgrupos respectivamente; la distribución de facetas por grupos quedó como sigue:

IA1 = F8 y F16

IA2 = F6 y F10

IB1 = F9

IB2 = F3, F7, F11, F14, F15, y F17.

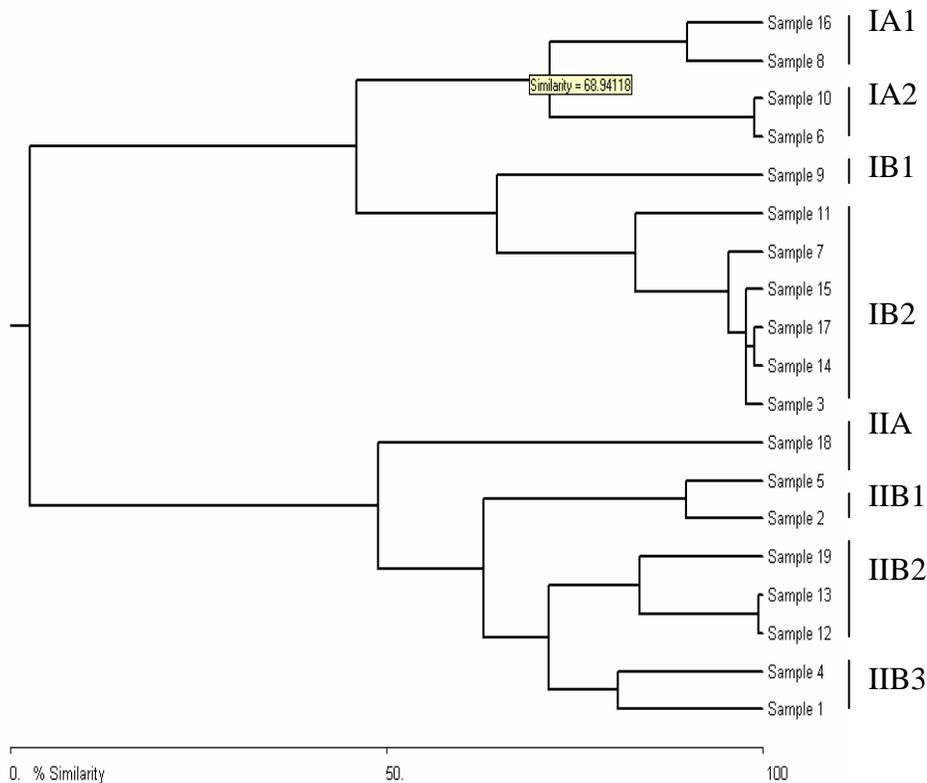
IIA = F18

IIB1 = F2 y F5

IIB2 = F12, F13 y F19

IIB3 = F1 y F4

Figura 3. Sistema de clasificación del tipo Bray-Curtis (dendrograma)



La fotointerpretación preliminar de las fotografías satelital y fotografía aérea generó 60 diferentes facetas, sin embargo con las visitas e información de campo se reagruparon y se integraron obteniéndose un total de 19. En el cuadro 3 se muestran las características individuales de las facetas (Ver mapa de unidades ecológicas del Parque Estatal Teotenango).

Cuadro 3. Descripción de las facetas

Faceta/Variable	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19
RUINAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ACCESOS	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3
SERVICIOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
PENDIENTE	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	3	1	2
COBERTURA ÁRBOREA	2	1	4	2	1	2	4	4	2	2	3	3	3	4	4	4	3	1	1
EROSIÓN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2
COBERTURA HERBÁCEA	2	3	2	3	4	4	2	4	2	4	2	4	4	2	2	4	2	1	1
TOPOGRAFÍA	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	3	1	1

6.2 Unidades ecológicas

Las características de los grupos de facetas (unidades ecológicas) son las siguientes (Mapa de Unidades Ecológicas y cuadro 4):

Cuadro 4. Unidades ecológicas (grupos)

Variables/grupos	Ruinas	Accesos	Servicios	Pendientes	Cobertura arbórea	Erosión	Cobertura herbácea	Topografía
IA1(f16)	0	1	1	3	4	1	4	3
1A1(f8)	0	2	1	0	2	1	4	1
IA2 (f10)	0	2	1	0	1	1	4	1
IA2 (f6)	0	2	1	1	1	1	4	1
IB1 (f9)	0	2	1	0	1	1	2	2
IB2 (f11)	0	1	1	0	2	1	2	2
IB2 (f7)	0	2	1	0	4	1	2	1
IB2 (f15)	0	1	1	1	4	1	2	2
IB2 (f17)	0	1	1	3	4	1	2	3
IB2 (f14)	0	1	1	2	4	1	2	2
IB2 (f3)	0	0	1	2	4	1	2	2
IIA (f18) captación hídrica	0	0	0	2	0	4	0	1

Grupo IA1: faceta 8 y faceta 16.

Facetas carentes de servicios, con cobertura arbórea y herbácea alta, no presentan erosión de suelo, el tipo de acceso para la faceta 16 son veredas, mientras que para la f8 está empedrada, la pendiente para ambas es heterogénea mientras que para la f16 la pendiente es fuerte, para la f8 es nula, la topografía para la f16 es accidentada y para la f8 es plana.

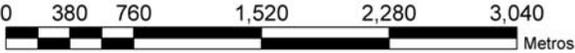
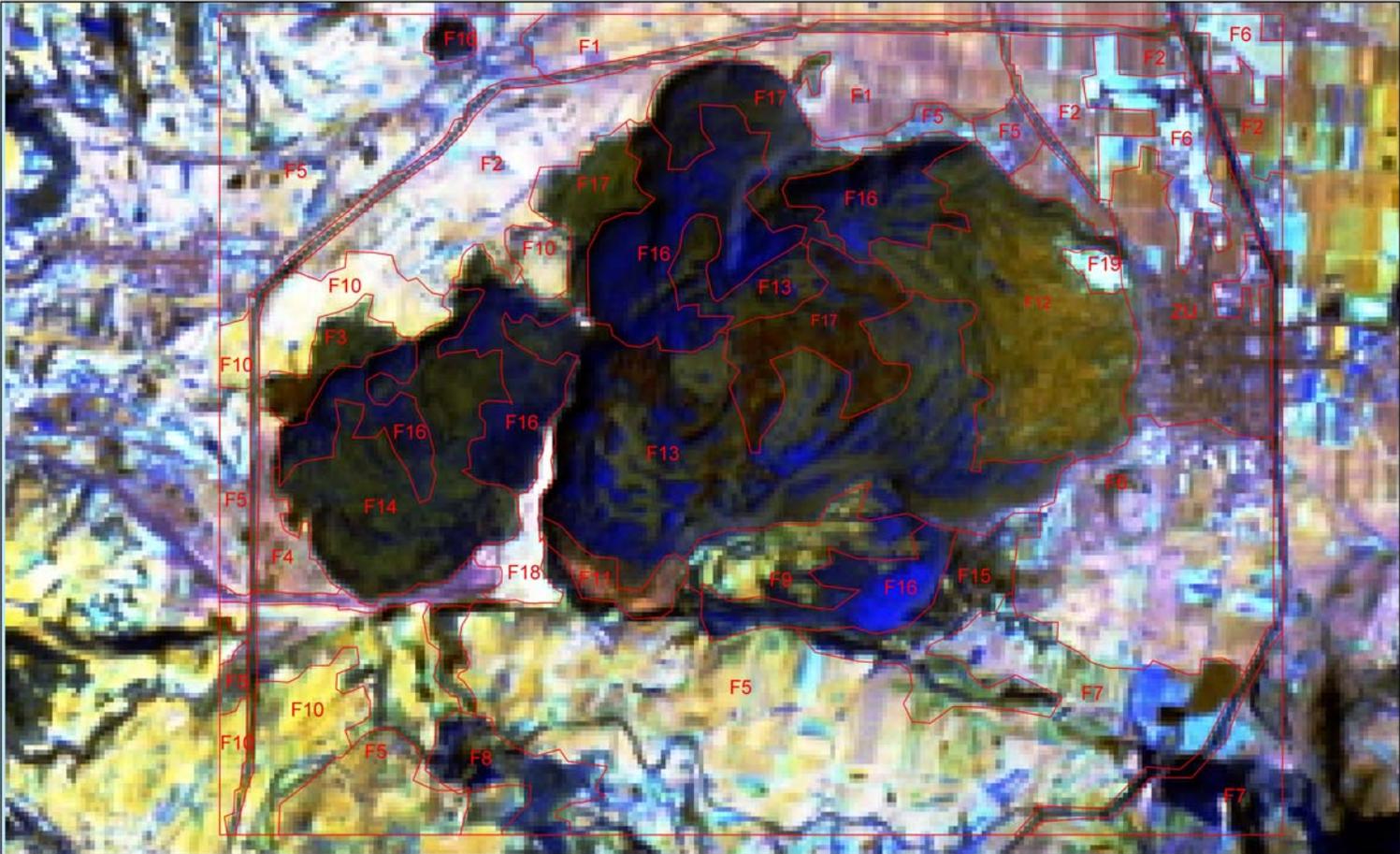
Grupo IA2: faceta 6 y faceta 10

El acceso a las dos facetas es empedrado, carente de servicios, las pendientes de ambas son heterogéneas, la f10 la pendiente es nula, mientras que para la f6 es ligera, ambas no presentan cobertura arbórea y una cobertura herbácea alta, ninguna de las dos presenta erosión del suelo y la topografía de ambas es plana.

Grupo IB1: faceta 9

El acceso que presenta esta faceta es empedrado, no presenta ningún tipo de servicios, la pendiente es nula, presenta una cobertura arbórea nula y cobertura herbácea ligera, no presenta erosión y una topografía ondulada.

Unidades Ecológicas del Parque Estatal Teotenango



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM
Carrera de Biología
Laboratorio de Geomática

Grupo IB2: faceta 3, faceta 7, faceta 11, faceta 14, faceta 15 y faceta 17

El acceso a las facetas 7 y 11 es empedrado y para las demás facetas son por veredas, las seis facetas carecen de servicios, las pendientes son heterogéneas, la f11 y la f7 la pendiente es nula, mientras tanto la f3, f14, f15 la pendiente es moderada, y la f17 presenta una pendiente fuerte, las seis facetas presentan una cobertura arbórea alta y una cobertura herbácea moderada, no presentan erosión suelo, la topografía de la f7 es plana, de la f3, f11, f14 y f15 es ondulado y de la f17 es accidentado.

Grupo IIA: faceta 18 (captación hídrica)

No presenta ningún tipo de acceso, carece completamente de servicios, presenta una pendiente ligera, la cobertura arbórea y herbácea es nula, presenta un alto porcentaje de erosión del suelo y la topografía es plana.

Grupo IIB1: faceta 2 y faceta 5

El acceso a estas dos facetas esta empedrado, no presenta ningún tipo de servicios, la pendiente es nula, la cobertura arbórea es nula, la cobertura herbácea de la f5 es alta y la cobertura herbácea de la f2 es moderada, ambas presentan una erosión del suelo ligera y una topografía plana.

Grupo IIB2: faceta 12, faceta 13 y faceta 19 (zona arqueológica)

El acceso a la f12 y f13 son por veredas, no presentan servicios, la pendiente de la f12 es ligera, mientras que la f13 es moderada, ambas presentan una cobertura arbórea moderada y una cobertura herbácea alta, ambas presentan una ligera erosión del suelo, la f12 tiene una topografía plana y la topografía de la f13 es ondulada.

Faceta 19 (zona arqueológica)

Presenta un conjunto de pirámides del pos-clásico, el acceso a esta zona presenta calle asfaltada, cuenta con servicios de caseta de vigilancia, estacionamiento, biblioteca, venta de libros, revistas y folletos de la zona arqueológica, cuenta con venta de artesanías y dulces de la región, presenta una pendiente moderada, no presenta cobertura arbórea, una cobertura herbácea alta, una erosión del suelo alta y una topografía plana.

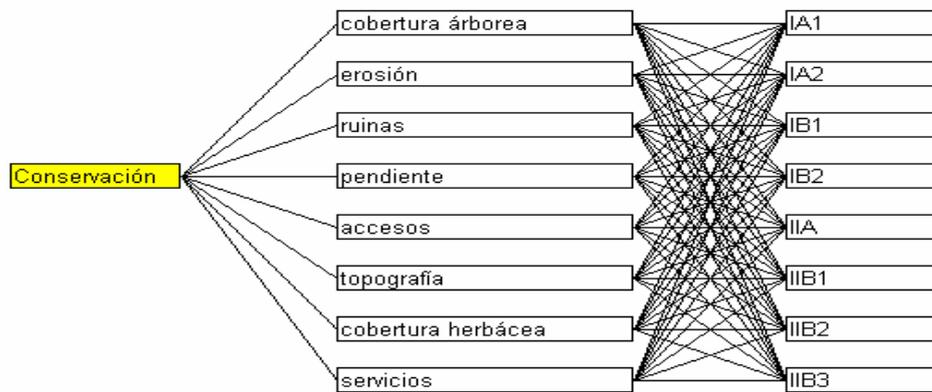
Grupo IIB3: faceta 1 y faceta 4

El acceso a estas dos facetas esta empedrado, no presenta servicios, la f1 tiene una pendiente nula, la f4 tiene una pendiente ligera, ambas presenta una cobertura arbórea ligera, la cobertura herbácea de la f1 es nula y la cobertura herbácea de la f4 es alta, ambas presentan una ligera erosión del suelo la topografía de ambas es plana.

6.3 Análisis de decisión

Para definir los usos más adecuados se obtuvo una priorización de criterios para los usos propuestos, así como una estandarización de las variables para las unidades ecológicas. Esto dos elementos se integraron en el árbol jerárquico de decisiones, que se muestra a continuación:

Figura 5. Árbol jerárquico de decisiones



Las características establecidas para cada uso son las siguientes:

I. Conservación

	RUINAS	ACCESOS	SERVICIOS	PENDIENTE	COBERTURA ÁRBOREA	EROSIÓN	COBERTURA HERBÁCEA	TOPOGRAFÍA
RUINAS	1	1	1	8	9	5	5	8
ACCESOS	1	1	1	7	9	4	6	8
SERVICIOS	1	1	1	7	9	5	7	8
PENDIENTE	8	7	7	1	3	2	1	1
COBERTURA ÁRBOREA	9	9	9	3	1	7	8	5
EROSIÓN	5	4	5	2	7	1	1	5
COBERTURA HERBÁCEA	5	6	7	1	8	1	1	4
TOPOGRAFÍA	8	8	8	1	5	5	4	1

II. Uso extensivo

	RUINAS	ACCESOS	SERVICIOS	PENDIENTE	COBERTURA ÁRBOREA	EROSIÓN	COBERTURA HERBÁCEA	TOPOGRAFÍA
RUINAS	1	1	4	6	6	6	4	5
ACCESOS	1	1	2	4	6	6	3	4
SERVICIOS	4	2	1	7	6	6	2	2
PENDIENTE	6	4	7	1	1	1	5	5
COBERTURA ÁRBOREA	6	6	6	1	1	1	6	6
EROSIÓN	6	6	6	1	1	1	5	5
COBERTURA HERBÁCEA	4	3	2	5	6	5	1	2
TOPOGRAFÍA	5	4	2	5	6	5	2	1

III Uso intensivo

	RUINAS	ACCESOS	SERVICIOS	PENDIENTE	COBERTURA ÁRBOREA	EROSIÓN	COBERTURA HERBÁCEA	TOPOGRAFÍA
RUINAS	1	1	1	3	4	7	3	3
ACCESOS	1	1	1	4	6	2	6	6
SERVICIOS	1	1	1	5	4	3	4	4
PENDIENTE	3	4	5	1	8	1	8	7
COBERTURA ÁRBOREA	4	6	4	8	1	7	2	2
EROSIÓN	7	2	3	1	7	1	6	4
COBERTURA HERBÁCEA	3	6	4	8	2	6	1	1
TOPOGRAFÍA	3	6	4	7	2	4	1	1

IV. Recuperación

	RUINAS	ACCESOS	SERVICIOS	PENDIENTE	COBERTURA ÁRBOREA	EROSIÓN	COBERTURA HERBÁCEA	TOPOGRAFÍA
RUINAS	1	1	2	2	1	5	2	9
ACCESOS	1	1	2	2	1	5	2	9
SERVICIOS	2	2	1	5	3	9	1	9
PENDIENTE	2	2	5	1	2	2	4	3
COBERTURA ÁRBOREA	1	1	3	2	1	4	2	8
EROSIÓN	5	5	9	2	4	1	9	1
COBERTURA HERBÁCEA	2	2	1	4	2	9	1	9
TOPOGRAFÍA	9	9	9	3	8	1	9	1

V. Cultivo de temporal

	RUINAS	ACCESOS	SERVICIOS	PENDIENTE	COBERTURA ÁRBOREA	EROSIÓN	COBERTURA HERBÁCEA	TOPOGRAFÍA
RUINAS	1	2	1	2	1	4	1	4
ACCESOS	2	1	2	2	3	2	3	2
SERVICIOS	1	2	1	5	1	5	1	4
PENDIENTE	5	2	5	1	7	1	7	1
COBERTURA ÁRBOREA	1	3	1	7	1	6	1	6
EROSIÓN	4	2	5	1	6	1	6	1
COBERTURA HERBÁCEA	1	3	1	7	1	6	1	5
TOPOGRAFÍA	4	2	4	1	6	1	5	1

VI. Agroforestal

	RUINAS	ACCESOS	SERVICIOS	PENDIENTE	COBERTURA ÁRBOREA	EROSIÓN	COBERTURA HERBÁCEA	TOPOGRAFÍA
RUINAS	1	2	2	8	9	2	1	7
ACCESOS	2	1	1	4	8	1	3	4
SERVICIOS	2	1	1	4	7	1	3	3
PENDIENTE	8	4	4	1	2	3	9	1
COBERTURA ÁRBOREA	9	8	7	2	1	6	9	2
EROSIÓN	2	1	1	3	6	1	3	3
COBERTURA HERBÁCEA	1	2	3	9	9	3	1	9
TOPOGRAFÍA	7	4	3	1	2	3	9	1

La estandarización de las variables obtenida se basó en afectaciones positivas o negativas, de acuerdo al tipo de uso.

Cuadro 5. Afectación de las variables a las unidades de manejo (usos)

Usos/variables	Ruinas	Accesos	Servicios	Pendientes	Cobertura arbórea	Erosión	Cobertura herbácea	Topografía
Arqueológico	+	+	+	-	+	-	+	-
Cultivo de temporal	-	+	+	-	+	-	-	-
Agroforestal	-	+	+	-	+	-	+	-
Uso extensivo	+	+	+	-	+	-	+	+
Uso intensivo	+	+	+	-	+	-	-	-
Recuperación	-	+	+	-	+	+	-	+
Conservación	-	-	-	+	+	-	-	+
Captación hídrica	-	-	-	-	+	-	+	+

Los valores de importancia obtenidos para cada tipo de uso fueron los siguientes:

Cuadro 6 Usos y clasificación

Conservación

VARIABLE E GRUPOS	COB. ÁRB.	EROSI.	RUINAS	PEND.	ACCESO	TOPO.	COB. HER.	SERVI.	RESUL. C.D.P.
IA1	75	66	100	50	50	100	0	66	0.756
IA2	25	66	100	20	66	33	0	66	0.312
IB1	25	66	100	0	33	66	50	66	0.396
IB2	100	66	100	50	66	66	50	66	0.745
IIA	0	0	100	66	100	33	100	100	0.289
IIB1	0	33	100	0	33	33	10	66	0.149
IIB2	50	33	0	66	0	33	0	0	0.388
IIB3	50	33	100	0	33	33	50	66	0.413

Uso extensivo

VARIA. / GRUPOS	COB. ÁRB.	EROSI.	RUINAS	PEND.	ACCESO	TOPO.	COB. HER.	SERVI.	RESUL. C.D.P.
IA1	75	66	0	50	50	66	100	66	0.590
IA2	25	66	0	80	66	33	100	33	0.527
IB1	25	66	0	100	66	66	50	33	0.566
IB2	90	66	0	50	33	66	50	33	0.592
IIA	0	0	0	66	0	33	0	0	0.171
IIB1	0	33	0	100	66	33	90	33	0.417
IIB2	50	33	100	50	33	40	100	100	0.513
IIB3	50	33	0	80	66	33	50	33	0.487

Uso intensivo

VARIA. / GRUPOS	COB. ÁRB.	EROSI.	RUINAS	PEND.	ACCESO	TOPO.	COB. HER.	SERVI.	RESUL. C.D.P.
IA1	75	100	0	50	50	33	0	33	0.470
IA2	25	100	0	80	66	66	0	33	0.655
IB1	25	100	0	100	66	33	50	33	0.737
IB2	90	100	0	50	33	33	50	33	0.712
IIA	0	0	0	66	0	66	100	0	0.261
IIB1	0	66	0	100	66	66	10	33	0.636
IIB2	50	66	100	50	50	60	0	50	0.744
IIB3	50	66	0	80	66	66	50	33	0.585

Recuperación

VARIA. / GRUPOS	COB. ÁRB.	EROSI.	RUINAS	PEND.	ACCESO	TOPO.	COB. HER.	SERVI.	RESUL. C.D.P.
IA1	75	33	100	50	50	66	0	33	0.536
IA2	25	33	100	80	66	33	0	33	0.428
IB1	25	33	100	100	66	66	50	33	0.591
IB2	90	33	100	50	33	66	50	33	0.556
IIA	0	100	100	33	0	33	100	0	0.533
IIB1	0	66	100	100	66	33	10	33	0.530
IIB2	50	66	0	50	50	40	0	50	0.478
IIB3	50	66	100	80	66	33	50	33	0.549

Cultivo de temporal

VARIA. / GRUPOS	COB. ÁRB.	EROSI.	RUINAS	PEND.	ACCESO	TOPO.	COB. HER.	SERVI.	RESUL. C.D.P.
IA1	75	66	100	50	50	33	0	33	0.506
IA2	25	66	100	80	66	66	0	33	0.651
IB1	25	66	100	100	66	33	50	33	0.649
IB2	90	66	100	50	33	33	50	33	0.514
IIA	0	0	100	33	0	66	100	0	0.321
IIB1	0	33	100	100	66	66	10	33	0.618
IIB2	50	33	0	50	50	60	0	50	0.436
IIB3	50	33	100	80	66	66	50	33	0.606

Agroforestal

VARIA. / GRUPOS	COB. ÁRB.	EROSI.	RUINAS	PEND.	ACCESO	TOPO.	COB. HER.	SERVI.	RESUL. C.D.P.
IA1	75	66	100	50	50	33	100	33	0.583
IA2	25	66	100	80	66	66	100	33	0.541
IB1	25	66	100	100	66	33	50	33	0.505
IB2	90	66	100	50	33	33	50	33	0.615
IIA	0	0	100	33	0	66	0	0	0.230
IIB1	0	33	100	100	66	66	90	33	0.470
IIB2	50	33	0	50	50	60	100	50	0.507
IIB3	50	33	100	80	66	66	50	33	0.597

6.4 Zonificación

Se ubicaron 19 facetas tomando como base la fotografía aérea escala 1:37 500 (bloque Tenango-Atlacomulco). La localización de las facetas se realizó mediante fotointerpretación y la definición de las facetas se consideró criterios de tonalidad en colores, textura, uso de suelo y geoformas observadas en el estereoscopio.

De acuerdo con las características biofísicas del Parque Estatal Teotenango y a partir de los planteamientos nacionales e internacionales, se propone un sistema integrado de zonificación, donde cada zona está relacionada con las adyacentes porque la alteración del uso en una zona tiene repercusiones en todo el sistema. El manejo de todas las zonas debe ser coordinado, ya que cada zona tiene sus propios objetivos, usos permitidos y normas, de acuerdo a sus propias características ecológicas y de manejo.

La zonificación presente, fue realizada tomando en cuenta las experiencias generadas y lineamientos establecidos en los documentos señalados a continuación: Recreación al aire libre para América (Outdoor Recreation Resources Review Commission, 1962). Planeación de parques nacionales (Moseley et al., 1978), Plan de acción para la reservas de la biosfera (UNESCO-PNUMA, 1984), categorías, objetivos y prácticas del programa.

Considerando las condiciones principalmente de superficie que presenta el área de estudio se adoptaron nueve zonas de uso: agroforestal, captación hídrica, conservación, cultivo de temporal, recuperación, uso extensivo, uso intensivo, uso intensivo y agroforestal, y la zona urbana.

Accesos

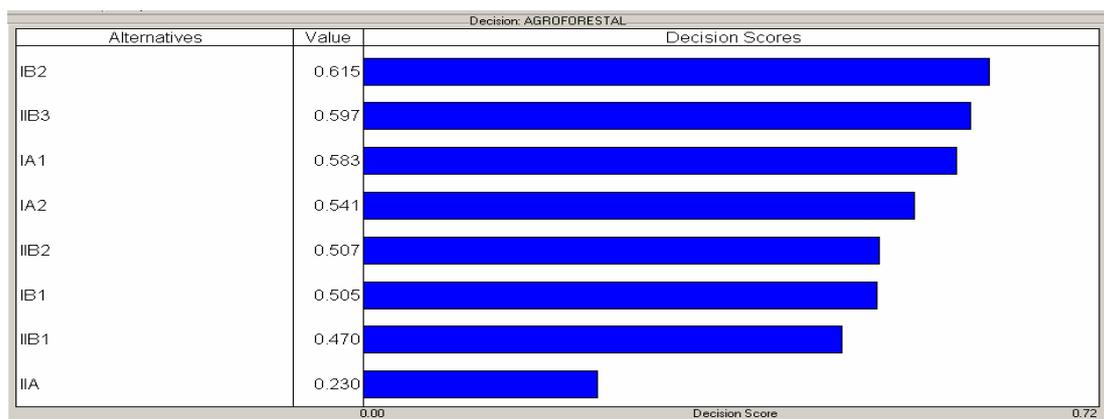
Del acceso que presenta la zona de estudio, se digitalizó la carretera estatal de Tenango-Iztapan de la Sal, la cual rodea la zona de estudio; esta presenta un área de 109.45 ha (Ver mapa de uso de suelo).

Zona agroforestal.

La aplicación del programa Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IB2 con una evaluación de 0.615, en ellas se desarrollan actividades en conjunto agrícola, forestal y de pastoreo (ver gráfica 1), los elementos que presentan estos grupos son: vegetación aislada de *Pinus*, *Quercus*, *Crupesus*, y varios tipos de hierbas tepozán *Buddleia cordata*, gordolobo *Gnaphalium americanum*, tomillo, y pastos como el *Aristida* sp. El ganado presente en estas facetas es bovino, caprino y ovino.

El área total de esta zona es de 404.51 ha (Ver mapa de uso de suelo).

Figura 6. Gráfica de uso agroforestal



Definición: Consiste en un conjunto de componentes agroforestales interdependientes (árboles con cultivos o animales) representando un tipo común de uso de tierra en cierta región (Torquebiau, 1990).

Zona de captación hídrica

La aplicación del programa Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IIA se encuentra en la unión de los cerros el cerro Tetepetl y el cerro de el Pedregal, el cual presenta las siguientes características: la carretera de cuota Tenango- Iztapan de la sal cruza el río que en esta época del año no presenta caudal, carece completamente de servicios, tiene una pendiente nula, la cobertura arbórea y herbácea es nula, tiene un alto grado de erosión y la topografía del sitio es plana. El área de total de esta zona es de 40.42 ha (Ver mapa de uso de suelo).

Definición: Es una unidad natural, la cual muestra las interrelaciones del suelo, geología (como esta formado el suelo), agua y plantas; y hace esto dando un producto común, escurrimientos o corrientes de agua. Ello muestra también como los cambios en uno o en todos estos elementos afectan el flujo de la corriente (Stalling, 1984).

Zona de conservación

La aplicación del programa Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IA1, con una valoración de 0.756. (Ver gráfica 2) La faceta 8 presenta bosque de *Pinus sp.*, eucalipto *Eucalyptus*, capulín *Capuli cav*, *Cupressus*, *Salix bonplandiana*, teocote, tepozán *Buddleia cordata*. La faceta 16 presenta bosque de *Pinus sp*, *Pinus montezumae*, aile *Alnus jorullensis*, en el estrato arbustivo, madroño *Arbutus glandulosa*, escobilla *Bacharis conferta*, tepozán *Buddleia cordata*, zacate *Stipa virescens*, gordolobo *Gnaphalium americanum*. Otros elementos herbáceos presentes son: zacatón *Muhlenbergia dubia*, *Muhlenbergia macroura*, varilla *Stevia serrata*, *Kallstroemia maxima* y cola de zorra *Lupinus excelsa*. El área total de esta zona es de 436.15 ha.(Ver mapa de uso de suelo).

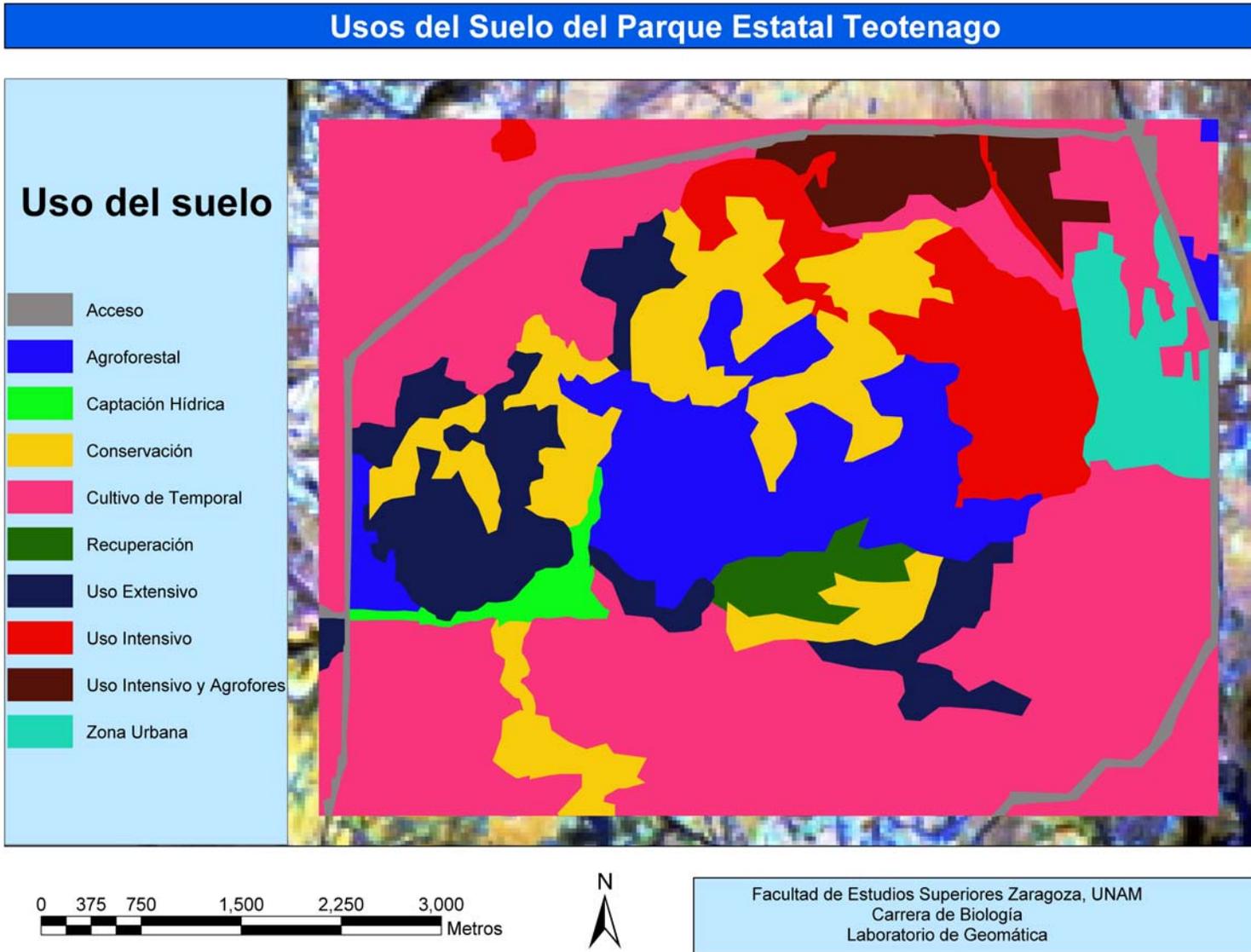
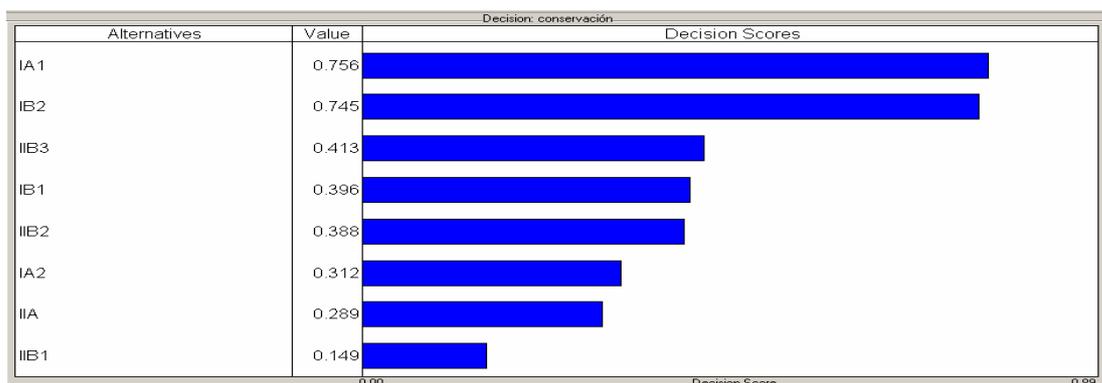


Figura 8. Gráfica de uso de conservación



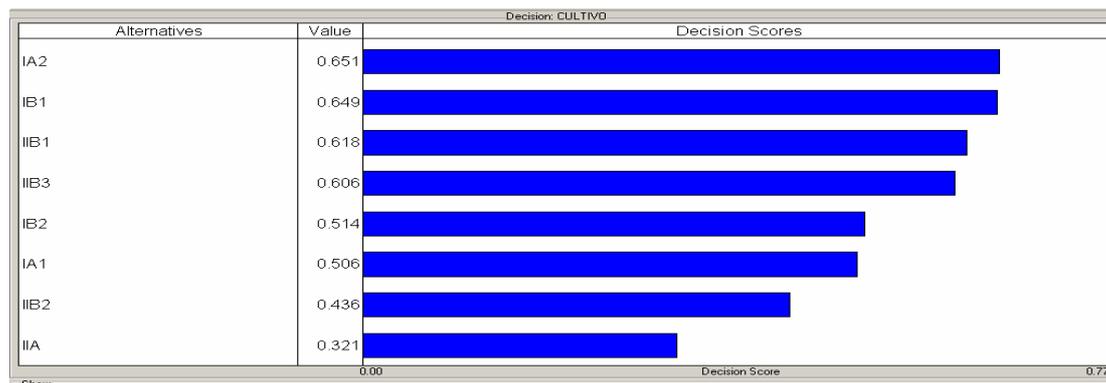
Definición: Son áreas que presentan un estado de conservación bueno, existe la presencia de especies propias del lugar y otras no tan comunes, por las condiciones naturales se encuentran elementos representativos de fauna propias de la región. Los usos permitidos en esta zona son únicamente de investigación científica y educación.

Zona de cultivo de temporal

Por medio del programa utilizado Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IA2 con una evaluación de 0.651, presentan una mayor condición para que se desarrollen actividades agrícolas (ver gráfica 3), el tipo de agricultura practicada es de temporal y lo que cultivan es: fríjol, papa, avena, trigo, col, coliflor, calabaza, chilacayote, espinacas, maíz, acelga, cebada y haba.

La vegetación que presenta manchones de vegetación arbórea *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, asociados con pastos *Aristida* sp con casas aisladas y lomerío. El área que ocupa esta zona es de 1631.28 ha (Ver mapa de uso de suelo).

Figura 9. Gráfica de cultivo de temporal



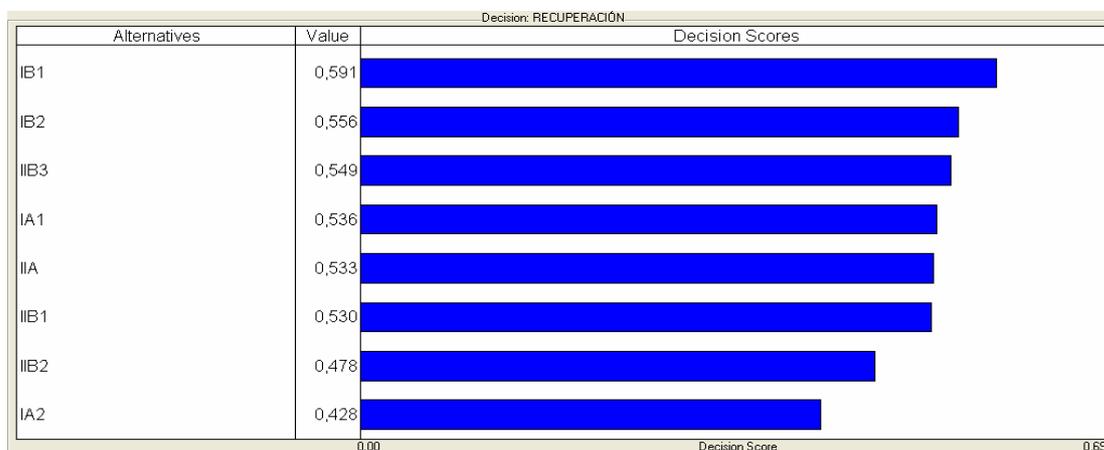
Definición: Es una unidad natural comúnmente empleado para cultivos. Las tierras de cultivo incluyen pastos en rotación, tierras en barbecho de verano y otras tierras comúnmente empleadas para cultivo, pero temporalmente en desuso (Foster, 1985).

Zona de recuperación

La aplicación del programa Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IB1, con una valoración de 0.591 (ver gráfica 4). La faceta 9 presenta vegetación deteriorada de

bosque de *Pino* sp, *Pinus montezumae*, bosque de encino *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, se ha perdido en su gran mayoría el estrato arbustivo, debido al sobre pastoreo que los lugareños han realizado en esta zona, el área total de esta zona es de 58.11 ha. (Ver mapa de uso de suelo).

Figura 10. Gráfica uso de recuperación

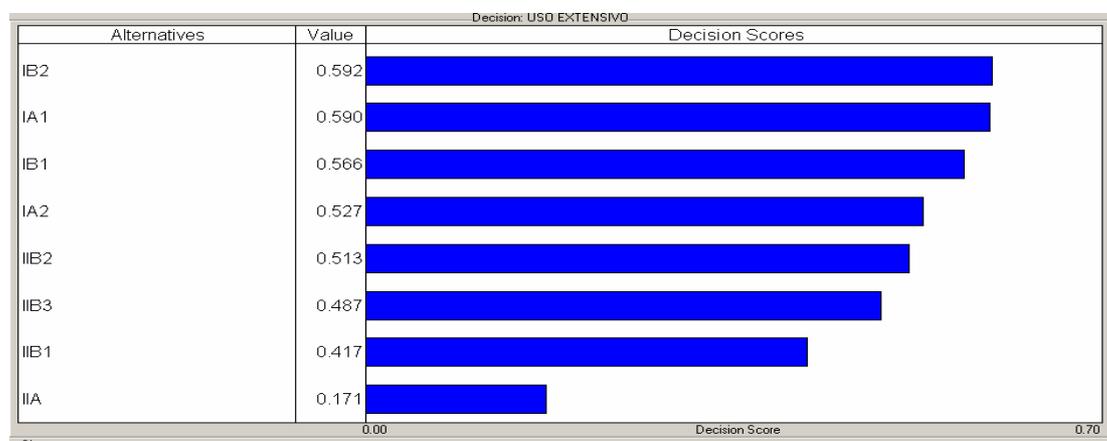


Definición: Son áreas que presentan un estado de conservación de malo a regular, existe un deterioro de los recursos naturales, la regeneración natural de la cubierta vegetal es pobre, pueden presentarse procesos de desertificación acelerada y erosión. Los usos para esta zona en particular son el científico, educativo y recreativo.

Zona de uso extensivo

La aplicación del programa Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IB2 con un valor de 0.592, en ellas se desarrollan actividades en conjunto agrícola, forestal y de pastoreo (ver gráfica 5), los elementos que presentan estos grupos son: vegetación aislada de *Pinus*, *Quercus*, *Cupressus*, y varios tipos de hiervas tepozán *Buddleia cordata*, gordolobo *Gnaphalium americanum*, tomillo, y pastos como el *Aristida* sp. El ganado presente en estas facetas es bovino, caprino y ovino. El área total de esta zona es de 306. 69 ha. (Ver mapa de uso de suelo).

Figura 11. Gráfica uso extensivo



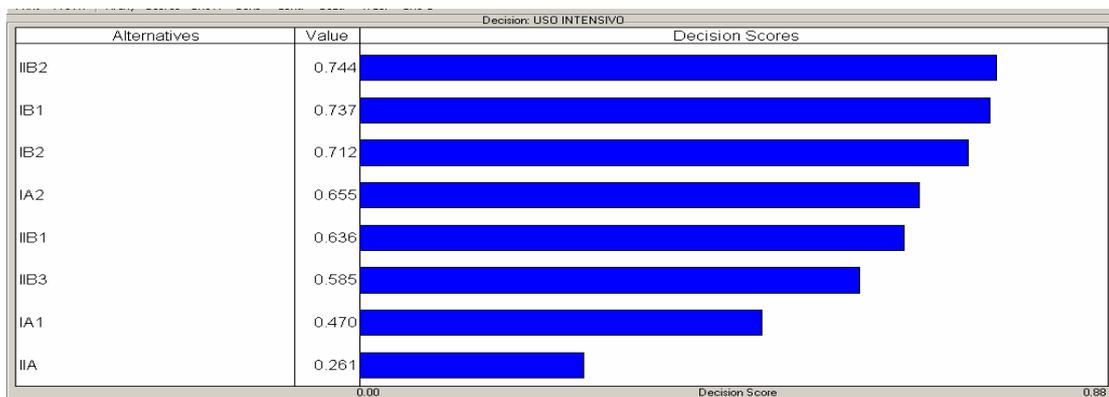
Definición: Son áreas naturales que presentan una transición entre la recreación al aire libre y la zona de amortiguamiento por lo que presenta cierto grado de alteración humana. Esto

hace que se establezca como prioridad en esta zona la investigación aplicada para incrementar la oferta forrajera de los ecosistemas presentes. En lo referente al uso recreativo, éste se basará fundamentalmente en el disfrute estético del ambiente natural conjuntándolo con las actividades de interpretación ambiental.

Zona de uso intensivo

En la aplicación del programa Criterium Decisión Plus se obtuvo que el grupo IIB2 con un valor de 0.744, como lo demuestra la gráfica 6. La faceta 12 tiene un tipo de agricultura precolombina presenta cultivo en forma de terrazas construidas con rocas apiladas en dirección de la pendiente, en este grupo se encuentra la zona arqueológica de Teotenango. La vegetación presente en las tres facetas es de bosque de pinos *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, manchones de *Quercus*, *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, *Cupressus*, aile *Alnus jorullensis*, *Alnus firmifolia* y varios tipos de hierbas como gordolobo *Gnaphalium americanum*, tepozan *Buddleia cordata* y pasto *Aristida* sp. Tiene una superficie de 273.04 ha. (Ver mapa de uso de suelo).

Figura 12. Gráfica uso intensivo



Definición: Consisten en áreas naturales o intervenidas cuyos recursos son adecuados para realizar actividades recreativas, educativas o culturales con elevada densidad. Presentan una topografía que puede desarrollarse para el paso y estacionamiento de vehículos y otras instalaciones. Es deseable mantener el ambiente lo mas natural posible pero se acepta la presencia concentrada de visitantes así como las facilidades requeridas para su atención.

Teotenango

El vocablo Teotenango, se deriva de “TEOTL” (dios, sagrado, divino); de “TENAMITL” (muralla, cerco) y de “CO” (lugar en), por lo que puede traducirse como “En el lugar de la muralla sagrada o divina”.

La zona arqueológica de Teotenango se encuentra localizada en la cima del cerro “Tetepetl” (cerro de piedra), en una meseta acondicionada por medio de terrazas y rellenos artificiales que a lo largo de los diferentes periodos de ocupación formaron diversas estructuras arquitectónicas. En los años 650 y 750 apareció en Teotenango un grupo de pobladores que tenían cerámica propia del último periodo de la cultura teotihuacana y estaban relacionados con los otomianos del sur. Estos pobladores difundieron la lengua matlanzinca en el valle de Toluca. En los siglos siguientes, los teotenacas recibieron influencia de grupos teochichimecas que, al convivir con la población, introdujeron la religión de Quetzalcóatl, el labrado de esculturas, conocimientos calendáricos y otras ideas que hicieron prosperar el lugar.

Zona de uso Intensivo y agroforestal

Se encuentra en la parte norte del cerro Tetepetl, esta unidad de uso presenta manchones de *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, *Salix* y *Pinus*, y en el estrato herbáceo presenta tepozán *Buddleia cordata*, madroño *Arbutus glandulosa*, pastos *Aristida* sp., el tipo de agricultura practicada es de temporal y lo que se cultiva es: fríjol, papa, avena, trigo, col, coliflor, calabaza, chilacayote, espinacas, maíz, acelga, cebada y haba.

El uso que también se le da a esta zona es de pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino. Presenta un área de 117.12 ha (Ver mapa de uso del suelo).

Zona urbana

Comprende al poblado de Tenango del Valle, pertenece a la región 1-Toluca, este centro de población se localiza en la parte sur del sistema urbano del Valle de Toluca-Lerma a 22 Km. de la capital del Estado y presenta un área de 124.10 ha (Ver mapa de uso del suelo).

A continuación se hace una síntesis de las características de cada una de las unidades de uso que se determinaron para el Parque Estatal Teotenango (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Síntesis de las Unidades Ecológicas

USOS	CARACTERIASTICAS	SUPERFICIE Ha.
Accesos	El área determinada de los accesos en nuestra zona de estudio fueron: veredas, camino empedrado y camino asfaltado.	109.45
Agroforestal	Accesos: veredas, con acepción de la faceta cuatro que presenta camino asfaltado. Servicios: no presenta Pendiente: moderada Cobertura arbórea: moderada Cobertura herbácea: alta Erosión: ligera Topografía: ondulado Unidad Ecológica: Terciario-ígnea extrusiva (basalto)-litosol-bosque encino-pino	404.51
Conservación	Accesos: no presente ningún tipo de acceso, con excepción de la faceta ocho que presenta camino de terracería Servicios: no presenta Pendiente: en ladera es fuerte Cobertura arbórea: alta Cobertura herbácea: alta Erosión: nula Topografía: accidentado Unidad Ecológica: Terciario-ígnea extrusiva (basalto)-litosol-bosque de pino y encino	436.15
Captación hídrica	Accesos: no presenta Servicios: no presenta Pendiente: nula Cobertura arbórea: nula Cobertura herbácea: nula Erosión: alta Topografía: plano Unidad Ecológica: Cuaternario (aluvial)-fluvisol-sin vegetación	40.42
Cultivo de temporal	Accesos: camino terracería Servicios: medio Pendiente: nula Cobertura arbórea: ligera Cobertura herbácea: alta Erosión: nula Topografía: plano Unidad Ecológica: Cuaternario (aluvial)-feozem-tierra de cultivo	1631.28
Recuperación	Accesos: presente terracería Servicios: nulo Pendiente: moderada Cobertura arbórea: ligera	58.11

	Cobertura herbácea: ligera	
	Erosión: alta	
	Topografía: ondulado	
Uso extensivo	Unidad Ecológica: Terciario-ígnea extrusiva (basalto)-litosol- bosque de pino-encino	306.69
	Accesos: terracería	
	Servicios: medio	
	Pendiente: ligera	
	Cobertura arbórea: alta	
	Cobertura herbácea: media	
	Erosión: ligera	
	Topografía: ondulado	
Uso intensivo	Unidad Ecológica: Terciario-ígnea extrusiva (basalto)-andosol- bosque de pino-encino	273.04
	Accesos: camino asfaltado	
	Servicios: alto	
	Pendiente: ligera	
	Cobertura arbórea: ligera	
	Cobertura herbácea: alta	
	Erosión: ligera	
	Topografía: plano	
Uso intensivo y agroforestal	Unidad Ecológica: Terciario-ígnea extrusiva (basalto)-feozem y andosol- tierra de cultivo y zona arqueológica	117.12
	Accesos: terracería	
	Servicios: bajo	
	Pendiente: nula	
	Cobertura arbórea: ligera	
	Cobertura herbácea: ligera	
	Erosión: nula	
	Topografía: plano	
Zona urbana	Unidad Ecológica: Cuaternario (aluvial)-feozem-tierra de cultivo Para la población de Tenango del Valle únicamente se determino su área.	124.10

AREA TOTAL: 3,500.87 Ha.

6.5 Programa de manejo

El manejo del Parque Estatal Teotenango consta de tres campos prioritarios de acción: Manejo y protección de los recursos naturales; Uso por parte del público y la operación en general del área. Para describir detalladamente las acciones prioritarias para la misma en cada una de estas tres áreas de responsabilidad, se han preparado los siguientes subprogramas de manejo que especifican las actividades planeadas en cada rubro, para cada una de las áreas identificadas.

Subprograma de protección

El programa de protección se realiza en la zona de conservación, la cual se encuentra en la parte Oeste del cerro Tetepetl y en la parte norte del cerro del Pedregal con un área de 436.15. Hectáreas.

Una de las propuestas está encaminada a garantizar la presencia de una masa forestal en buen estado, con el objetivo de contar con un banco de germoplasma para la reforestación del área, e inclusive de todo el parque, por otra parte es necesario realizar un manejo silvícola en este bosque a fin de estimular el desarrollo de una serie de condiciones de sitios más favorables.

Objetivos

1. Conservar los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas, asegurando la evolución natural de los procesos biofísicos en las partes menos alteradas.
2. Limitar al mínimo las alteraciones físicas y biológicas de origen humano en los ecosistemas forestales presentes.

Actividades

1. Crear un programa de vigilancia a través del patrullaje diario para disuadir perjuicios sobre los recursos naturales de la zona.
2. Delimitar de manera visible los límites de la zona, donde no se permita el acceso sin permiso autorizado por la administración de la misma.
3. Colocar rótulos en lugares visibles recordando a los visitantes sobre las actividades prohibidas y que sean escritas de manera positiva (por ejemplo ayúdanos a mantener limpio este lugar, queda prohibido el acceso de vehículos, etc.).
4. Preparar e implementar un plan de patrullaje que incluya el establecimiento de puestos permanentes de vigilancia en la zona.

Normas

1. La demarcación de los límites de la zona los cuales se deberá coordinar con las autoridades competentes, así como los poseedores del recurso.
2. El horario e itinerario de los patrullajes debe variarse frecuentemente.
3. En cada patrullaje deben de participar por lo menos dos guarda parques.
4. Se mantendrá vigilancia permanente las 24 horas al día en el centro de visitantes y en la caseta de entrada.

Subprograma de investigación

El programa de investigación se realiza en las zonas de: recuperación que se encuentra ubicada en la parte sur del cerro Tetepetl que presenta un área de 58.11 hectáreas y captación hídrica que se ubica en la parte sur del poblado de Tenango del Valle, en donde se unen el cerro Tetepetl y el cerro de el Pedregal con un área de 40.42 hectáreas.

Objetivos

1. Fomentar la evaluación y descripción completa de los recursos naturales de la zona.
2. Determinar cambios naturales importantes de los ecosistemas existentes dentro de la zona.
3. Proveer oportunidades para investigaciones científicas en un ambiente natural.

Actividades

1. Efectuar observaciones periódicas de las áreas de riesgo por la presencia de contaminantes.
2. Monitoreo constante en el comportamiento y dinámica poblacional de las condiciones de las especies de flora y fauna que habitan el área de estudio.
3. Tomar registros sobre las colectas de flora y fauna realizadas para investigaciones.
4. Monitorear los efectos de la aplicación de cualquier producto químico empleado para el control de plagas y enfermedades en la zona, además de las que dicten las Normas Oficiales Mexicanas para el caso.
5. Fomentar y favorecer las investigaciones académicas para la evaluación de los recursos naturales de la zona.
6. Obtener registros de visitantes para su análisis mediante encuestas y registros diarios de visitación el cual deberá incluir su edad, lugar de origen, medio de transporte, profesión, preferencias, tiempo de estancia, gastos de viaje, etc.
7. Revisar y actualizar periódicamente los mapas y fotografías aéreas sobre los recursos naturales de la zona.
8. Establecer y mantener una biblioteca con temas relacionados de la zona y de la conservación de los recursos naturales además de incluir copia de todas las investigaciones realizadas en la misma.

Normas

1. Toda investigación que se lleve a cabo en la zona debe regirse por el reglamento de investigación y por las estipulaciones específicas.
2. Control y supervisión de los investigadores por parte de personal encargado de vigilancia cuando estén en la zona.
3. Para el uso de instalaciones de la zona, se cobrará derechos de permanencia y uso en la misma.
4. El encargado de este programa deberá trabajar estrechamente con investigadores, para asegurar que esto se cumpla con los términos de sus permisos y para poder aplicar los resultados de las investigaciones en el mejoramiento del manejo del parque.

Subprograma de manejo de recursos naturales

Este programa se lleva a cabo en las zonas de: cultivo de temporal, la cual se encuentra ubicada en las faldas de los dos cerros el Tetepetl y el Pedregal tiene un área de 1,631.28 hectáreas que es la mas extensa de nuestra unidad de estudio, agroforestal que se

encuentra ubicada al centro-sur del cerro Tetepetl tiene un área de 404.51 hectáreas y la zona de uso intensivo y agroforestal que se encuentra en las faldas del cerro Tetepetl por la parte norte de este, tiene un área de 117.12 hectáreas.

La principal propuesta de este subprograma está encaminada a establecer medidas de recuperación a través de la regulación de las actividades de explotación de los recursos que ahí se realizan, a fin de evitar los efectos negativos que se producen por estas actividades.

Objetivos

1. Mejorar los recursos naturales del Parque de manera tal que se logre mantener la diversidad y número de especies existentes en la región, además de lograr que puedan existir en forma balanceada dentro de la misma.
2. Favorecer la regeneración natural de las áreas forestales seriamente alteradas.
3. Controlar el uso de los recursos naturales de la zona para mantener el equilibrio en los ecosistemas de la misma.

Actividades

1. Preparar e implementar un programa de manejo de especies de flora y fauna silvestre del parque que detalle las políticas y las medidas practicadas para controlar sus poblaciones.
2. Reforestar con especies nativas del área, así como mejorar el paisaje en las áreas de desarrollo.

Normas

1. Los programas para el manejo de flora y fauna silvestre deben ser preparados en conjunto con la administración del parque así como la colaboración de especialistas de instituciones o universidades nacionales y extranjeras.
2. El aprovechamiento de flora y fauna silvestre podrá ser autorizada, siempre y cuando no se ponga en peligro las poblaciones y sólo cuando sea permitido por las leyes, decretos, Normas Oficiales Mexicanas y reglamentos que regulen estas actividades en el parque.
3. Se permitirá el aprovechamiento de recursos naturales maderables del parque para la construcción rústica de infraestructura de la misma, tratando de minimizar el impacto visual y ambiental de este uso.

Subprograma de recreación, turismo y educación ambiental

Este programa se lleva a cabo en las zonas de: uso intensivo en esta se encuentra incluida la zona arqueológica y esta ubicada en la parte norte del cerro Tetepetl tiene un área e 273.04 hectáreas y la de uso extensivo que se encuentra ubicada en la parte sureste del cerro Tetepetl y en la parte central del cerro de el Pedregal tiene un área de 306.69 hectáreas.

Objetivos

1. Proporcionar oportunidades de recreación en un medio natural que sean compatibles con los recursos naturales de la protección forestal, produciendo el menor deterioro a los mismos e integrando a las poblaciones para contribuir al desarrollo regional y nacional.
2. Favorecer un equilibrio entre las actividades recreativas de tipo intensivo y extensivo.
3. Lograr que los visitantes y el público en general tomen conciencia del proceso dinámico de la naturaleza.

4. Otorgar facilidades de esparcimiento al aire libre rodeada de comodidad y servicios.

Actividades

1. Se deberá restringir el acceso en las áreas peligrosas para lo visitantes, ofreciendo vigilancia constante encaminada para evitar el deterioro de los recursos naturales, así como prevenir y evitar ilícitos dentro de la misma, de igual manera se contará con servicios de primeros auxilios, en el caso de ser necesarios.
2. La llegada de los visitantes se les otorgará el reglamento interno sobre el uso del parque y de la zona.
3. Se podrá otorgar concesiones de los servicios como son: venta de alimentos o recuerdos a los pobladores únicamente autorizados por la administración.

Normas

1. Todo visitante que lleve a cabo el uso de las instalaciones deberá regirse por un reglamento interno.
2. El uso de la infraestructura presente en la zona deberá ser supervisada por el personal de la misma.
3. Para el uso de las facilidades que otorga el centro de visitantes se cobrará una cuota de derecho a los visitantes para ayudar a la rentabilidad de la misma.
4. No se permitirá el mal uso de los recursos naturales que se encuentran en esta zona.

Subprograma de operación

El programa de operación en general es para todas nuestras zonas de estudio la cual abarca una extensión de 3,500.87 hectáreas.

Objetivos

1. Mantener las instalaciones, equipo y vehículos de la zona en condiciones de óptima seguridad, funcionalidad y limpieza para un mejor aprovechamiento de los mismos, además de un eficaz desarrollo de los programas de manejo.
2. Otorgar las facilidades básicas necesarias para el desarrollo de la zona.

Actividades

1. Desarrollar y aplicar un programa de mantenimiento para el Parque, que incluya una lista de todo el equipo, vehículos, edificios e infraestructura del área y sus necesidades de mantenimiento para llevar un control de los mismos.
2. Construir las obras señaladas en este programa de manejo que deberá incluir; torres de observación, rotulación, exhibiciones portátiles, mesas, una caseta de entrada temporal y un sendero ubicado desde el estacionamiento, así como senderos en el área de acampar.
3. Construir y operar, en el área administrativa, un taller equipado para la construcción de muebles e infraestructura básica así como la reparación y mantenimiento del mobiliario, equipo e infraestructura de la zona.

Normas.

1. Todas las construcciones hechas por los empleados de la zona serán de diseño y materiales rústicos y en lo posible duraderos, con materiales y técnicas de construcción de la región.

2. No se debe realizar ninguna construcción dentro de la zona que no sea contemplada en el plan general de manejo y desarrollo o en el plan operativo de la misma, además que no sea debidamente autorizado por la administración o por las autoridades competentes.
3. Se debe de tener un mantenimiento constante de los caminos y senderos interpretativos que se localizan dentro de la zona y para aquellos caminos que están localizados fuera de la misma corresponderá al Gobierno Estatal (Fernández, 1997).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En un análisis de clasificación del tipo Bray-Curtis, de enlace completo se formaron cuatro grandes grupos en una similitud cercana al 45% y antes del 70% se subdividen en ocho subgrupos; la distribución de las unidades ecológicas por grupos quedó como sigue: grupo I (IA1, IA2, IB1 y IB2) y grupo II (IIA, IIB1, IIB2 y IIB3).

*Se delimitaron ocho zonas de uso de suelo, seis zonas fueron determinadas mediante el Criterium Decision Plus (CDP), y son: zona de conservación IA1, zona de recuperación IB1, zona de uso extensivo IB2, zona de uso intensivo IIB2, zona de cultivo de temporal IA2, zona agroforestal IB2, zona de uso intensivo y agroforestal IIB1. Las otras dos zonas son: zona arqueológica que está incluida dentro del uso intensivo y el río como zona de captación hídrica IIA.

*Los sistemas de información geográfica, se presenta como una herramienta útil en la toma de decisiones en la planeación y el manejo de los recursos naturales, además del desarrollo de procesos de zonificación abre oportunidades de interactuar los ecosistemas con las actividades humanas como el ecoturismo, la recreación y la educación.

*A pesar del deterioro natural y antropogénico que sufre el Parque, el adoptar el ecoturismo como una forma de aprovechar los recursos naturales de esta zona, implica un proceso de trabajo de mediano a largo plazo para ejercer esta actividad y ser competitivo ante otros sitios ecoturísticos.

*El Parque presenta las siguientes presiones: agricultura de temporal, cacería furtiva, pastoreo intensivo, extracción de madera, presión urbana, líneas de alta tensión y carreteras cercanas al área de estudio.

*Pertenece a una zonas conocidas como “zonas de malpaís”, que son terrenos sin ningún potencial agrícola, con suelos pedregosos y someros, pero con una gran actividad de procesos: sucesión vegetacional con especies pioneras, refugio de fauna, formación de suelos, alta recarga hidrológica, entre los principales.

*La zona Arqueológica presenta condiciones antropológicas de gran interés, donde en concertación con el Instituto Nacional de Antropología e Historia y Escuela de antropología de la Universidad Autónoma del Estado de México, se pudieran realizar actividades de rescate arqueológico, visitas guiadas (sobre todo con senderos ecológicos) y, sobre todo, realizar investigaciones en la zona de parcelamiento, encaminadas a descubrir las practicas de manejo realizadas en ellas, como una muestra de que la mano del ser humano puede tener dos efectos sobre la naturaleza: destruir los recursos de primera calidad o transformar aquellos que se utilizan en su beneficio.

RECOMENDACIONES

*Establecer y ubicar las diferentes zonas en un mapa el cual pueda ser conocido por el visitante.

*Elaborar un estudio de capacidad de carga para cada zona propuesta.

*Elaborar un programa de creación de reserva institucional de suelo para la población de escasos recursos y de esta forma orientar el crecimiento urbano, acorde con los lineamientos del plan de centro de población.

*Delimitar con precisión el Parque, frenando con esto las presiones que ejercen los centros de población limitando su crecimiento mediante la acción enérgica de los ayuntamientos, negando la dotación y cobertura de los servicios.

*Evitar la conurbación de pequeñas localidades cercanas a los principales centros de población, limitando su crecimiento y en su caso, implementar registros de excepción, generando programas de regulación de tenencia de la tierra.

*Considerar como un factor de suma importancia para preservar las áreas naturales, la incorporación de criterios ambientales en el desarrollo urbano y coadyuvar de esta manera a formular propuestas funcionales que permitan el control del crecimiento y propiciar la conservación del patrimonio existente en el parque.

*Fomentar las interacciones con las comunidades aledañas al área de estudio; esto para realizar un intercambio de información entre la administración y las comunidades, permitiendo identificar, establecer y tomar vías conjuntas para la resolución de las necesidades y problemas mutuos, desarrollando acciones necesarias para la capacitación local, el desarrollo comunitario y el establecimiento de proyectos de uso sustentable.

*Fomentar el ecoturismo para buscar convertir la afluencia de visitantes en un mecanismo de aprovechamiento indirecto y pasivo de los recursos del área de estudio, funcionando como una actividad a corto plazo para la obtención de ingresos que apoyen el manejo de la misma y además elevar la calidad de vida de los habitantes locales.

8. LITERATURA CITADA

Aguilar, M.J.J. 2001. Planeación ecológica de áreas con potencial ecoturístico en el rancho los Ébanos, Matamoros Tamaulipas. Tesis profesional. UACH-Depto. De Suelos.Chapingo, Edo. de México. México, 114 pp.

Allen, T.F.H. y Starr, T.B. 1982. Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity. Universidad of Chicago Press. Chicago, Illinois, E.U.A.

Benítez D.H., Vega L.E., Peña J.A. y Ávila, F.S. 1998. Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México. Editorial. CONABIO-INE. México, DF. 203 pp.

Bojórquez, T.L. y Flores V.O. 1991. Aspectos legales y metodológicos de la bioconservación en México. Memorias del seminario sobre conservación de la diversidad biológica en México: No.2. UNAM, México.

Bourne, R. 1931. Regional survey and its relation to stocktaking of agricultural resources of the british empire. Oxford Forestry Memoirs. 13:169 pp.

Brañes, R. 1994. Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Editorial Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V. México. 94 pp.

Buringh, P., Steur, G.L. y Vink, P.A. 1962. Some techniques and methods of soil survey in the netherland. Neth. J. Agric. Sci. Vol. 10 2:157-172 pp.

Camarillo, J.L., Gutiérrez, E.C. y Camarena, G. 1991. Áreas Naturales Protegidas en México: Una síntesis. Ciencia y Desarrollo. Vol. XVIII, (99). 39-45 pp.

Ceballos-Lascuráin 1998. Ecoturismo. Naturaleza y desarrollo sostenible. Editorial Diana. México D.F. 185 pp.

Christian, C.S., y Stewart, G.A. 1968. Methodology of integrated surveys. Aerial surveys and interpreted studies. Proc UNESCO conf. Principles methods integrating aerial studies nat. Res. Potencial develop. Toulouse, Francia 233-280 pp.

FAO, 1988. Soil map of de World. Revised Legend. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.

Fernández, G.T. 1997. Programa de manejo para la conservación de la Zona Protectora Forestal "Cañada de Contreras".Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F. 140 pp.

Fitzpatrick, E.A. 1985. Suelos (su formación, clasificación y distribución). Editorial CECSA, México D.F., 430 pp.

Flores C.E. (Coordinador). 1997 El patrimonio nacional de México. Tomo I. Editorial Fondo de Cultura Económica. México D.F. 111-138 pp.

Foster, A.B. 1985. Métodos aprobados en conservación de suelos. Ed. Trillas. México D.F. 55-71 pp.

García, B.J. 2000. Evaluación del potencial ecoturístico de los recursos naturales como alternativas de conservación en nueve ejidos de la Selva Lacandona, Chiapas. Informe de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Depto. El hombre y su ambiente. México DF., 150 pp.

García, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarla a la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México D.F., 80 pp.

Gobierno del Estado de México. 1998. Programa de Áreas Naturales Protegidas del Estado de México, México, 90 pp.

Hammit, W.E. y Cole, D.N. 1987. Wildland recreation: Ecology and management. Edit. Wiley-Interscience publication. E.U.A

Heath, G.R. 1956. A comparison of two basic theories of land classification and their adaptability to regional photointerpretation key techniques. Photogrammetry, Washington, D.C. E.U.A., 666 pp.

Hernández, S.R., Fernández, C.C. y Baptista, L.P. 2003. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México D.F., 585 pp.

Klomp, A. and Luna, I. 1997. Frontiers in ecology. Elsevier Science

Letona, I.F. 2001. Avance de datos de las comunidades localizadas en la zona de riesgo del volcán Popocatepetl. Instituto Universitario de Urbanística A.C., Puebla, México, 220 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 1997. Editorial. Porrúa. Decimotercera edición, México D.F., 243 pp.

Madrigal, X. 1969. Contribución al conocimiento de la ecología de bosques de oyamel (*Abies religiosa*) en el Valle de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Bol. Técnico, México. 18: 1-94 pp.

Moseley, J., Thelen, K. y Miller, K. 1978. National parks planning. A manual with annotated examples. FAO forestry. Roma. Italia, 42 pp.

Ordóñez D. M. de J. y Flores V. O. 1995. Áreas Naturales Protegidas. PRONATURA A.C., México D.F., 120 pp.

Outdoor Recreation Resources Review Comision. 1962. Recreación al aire libre para América. Washington D.C. E.U.A., 210 pp.

Roberts, J.C. 1979. Principles of Land Use Planing. En: Beatty, M.T.; Peterson, G.W.; Swindale L.D. Planing the uses and management of land. Agronomy No. 21 American Society of agronomy. Crop Science Society of America, Inc., Publisher Madison Wisconsin. E.U.A., 47-63 pp.

Roger, N.C. y Stankey, G.H. 1979. The recreation opportunity spectrum: A framework for planning, management, and research. General technical report PNW-98

Rzedowki, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México D.F., 432 pp.

Secretaría de Gobernación y Gobierno de Estado de México. 1988. Los Municipios del Estado de México. México, 459 pp.

SEMARNAP/INEGI. 1998. Estadísticas del Medio Ambiente, México 1997/Informe de la Situación General en Materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, México D.F., 55 pp.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2000. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. México D.F., 117 pp.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2001. Programa Nacional Forestal 2001-2006. México D.F. 71-75 pp.

Siebe, R.C. y Stahr, K. 1996. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. Editorial Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo A.C. Publicación espacial. No.14. Chapingo, México, 57 pp.

USDA. 1993. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture Handbook No. 18. United States Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.

Stallig, J.H. 1984. El suelo su uso y mejoramiento. Editorial CECSA. Edición 11^a. México D.F. 454-455 pp.

Stankey, G.H. 1985. The limits of acceptable change (LAC). System for wilderness planning. Forest Service, U.S. Department of agriculture. Oregon, E.U.A., 145 pp.

Torquebiau, E.I. 1990. Conceptos de agroforestería: Una introducción. Centro de agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. México, 50-55 pp.

UNESCO/PNUMA. 1984. Plan de acción para las reservas de la biosfera. En la naturaleza y sus recursos. Vol. 20. No. 4, 11-22 pp.

Vargas, M.F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, Presente y Futuro. Instituto de investigaciones económicas. UNAM. México D.F., 266 pp.

Villagrán, P.E.G. 2003. Planeación ecoturística en la delegación Nexapa y su área de influencia con el Parque Nacional Izta-Popo, estado de México. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México DF. 100 pp.

Zinzer, C.I. 1995. Outdoor recreation. United States National Parks, forest and public land. Ed. John Wiley & sons. U.S.A. 98-297 pp.

SEMARNAP-SECTUR (1997) "Programa de ecoturismo en áreas naturales protegidas de México". Fecha de acceso: Febrero 2002

<http://www2.planeta.com/mader/planeta/1197mexico.html>

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. (1999) "Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Maderas del Carmen". Fecha de acceso: junio de 1999

<http://www.ine.gob.ucaanp/data/programasdemanejo/maderas/presentacion.html>

CRITERIUM DECISION PLUS. (2003). "Download free student version 3.0". Fecha de acceso: diciembre 2004

<http://www.infoharvest.com.mx>

<http://www.edomex.gob.mx/porrtalgem/se/>